

Paikannusmenetelmät osana henkilöliikennetutkimusta



Virpi Pastinen, Hannes Keskiikonen, Joni Vallenius,
Markku Kivari, Hannu Lehto

Paikannusmenetelmät osana henkilöliikennetutkimusta

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 18/2017

Liikennevirasto
Helsinki 2017

Kannen kuva: Tuula Roos / vastavalo.fi

Verkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-317-381-1

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Virpi Pastinen, Hannes Keskiikonen, Joni Vallenius, Markku Kivari ja Hannu Lehto: Paikannusmenetelmät osana henkilöliikennetutkimusta. Liikennevirasto, liikenne ja maankäyttö -osasto. Helsinki 2017. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 18/2017. 94 sivua ja 5 liitettä. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-381-1.

Avainsanat: paikannusmenetelmät, henkilöliikennetutkimus, liikennetutkimus, GPS-tallennin, älypuhelinsovellus, matkapuhelinverkkopaikannus, otantamenetelmät, joukkoistaminen

Tiivistelmä

Paikannusmenetelmät tarjoavat mahdollisuuksia monipuolisen liikkumistiedon keruuseen. Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu paikannusmenetelmien soveltumista koko väestön liikkumistottumuksia kuvaaviin otantapohjaisiin henkilöliikennetutkimuksiin.

Liikennetutkimuksilla on vuosikymmeniä pitkä perinne Suomessa ja kansainvälisesti. EU pyrkii harmonisoimaan henkilöliikennetutkimuksia ja samalla kehittämään uusia tiedonkeruumenetelmiä, mutta suosittaa paikannusmenetelmien käyttöä toistaiseksi vain täydentävänä tiedonkeruumuotona. Tiedonkeruumenetelmästä riippumatta vastaajien on Suomessa voitava tarkistaa ja korjata heistä tallennetut tiedot.

Kuluttajateknologioihin perustuvien paikannusmenetelmien tietomäärät voivat olla suuria ja parhaimmillaan tieto on sekä kokonaisvaltaista että jatkuvaa kattaen pitkiä ajanjaksoja. Tieto perustuu todelliseen käyttöön, kokemuksiin ja kulloinkin vallitseviin olosuhteisiin. Lisäksi raaka tietoaaineisto mahdollistaa monenlaisia päättelyjä kulloistakin tarvetta ajatellen. Parhaimmillaan paikannusmenetelmillä voidaan vähentää liikennetutkimuksissa vastaajalle koituvaa vaivaa, kun vastaajan ei tarvitse kertoa matkaa koskevia tietoja itse, vaan ne voidaan päätellä erilaisilla algoritmeilla.

Toisaalta kuluttajateknologioilla kerättyihin aineistoihin liittyy yksityisyyden suojaa heikentäviä seikkoja. Tietoja ei aina ole saatavilla riittävän yksityiskohtaisesti kulloistakin tutkimustarkoitusta varten. Aineistojen soveltuvuus liikkumiskäyttäytymisen kuvaamiseen on kansainvälisestikin toistaiseksi osoittamatta, sillä vertailuaineisto on jätetty keräämättä. Aineistot sisältävät vääristymiä eli ne eivät vastaa väestörakennetta tai kaikkia liikkujia yhtä hyvin. Aineistoihin liittyy myös hallitsematon laitteen tai sovelluksen käyttö. Käyttäjät voivat oman mielensä mukaan joko aktivoida laitteen tai sovelluksen tai olla tekemättä tätä, mikä aiheuttaa lisäharhaa aineistoon.

Eräs ongelma on tällä hetkellä myös se, että paikannuksen tarkkuus ei kaikilla teknologioilla riitä laitteen täsmällisen sijainnin määrittämiseen. Jos tiedon käsittelyyn käytetyt algoritmit - kuten raaka-aineiston siivous, lähtö- ja määräpaikan tai kulkutavan päättely - eivät ole avointa lähdekoodia, jää tiedon laatu epäselväksi ja todennettavuus jälkikäteen mahdottomaksi. Sama pätee mittaustekniikoiden muuttumiseen. Eri algoritmit ja laitteet myös tuottavat erilaisia lopputuloksia. Älypuhelinsovelluksissa tiedon siirron tarve voi nousta kohtuuttoman suureksi.

Älypuhelinsovellusten akunkulutus on vielä toistaiseksi ollut kriittinen tekijä niiden käytölle liikennetutkimuksissa. Puhelimen käyttöjärjestelmä voi katkaista älypuhelinsovelluksen tai käyttäjä voi tehdä tämän itse. Siksi tutkimuspäivän matkoja koskeva tieto voi jäädä puutteelliseksi. GPS-tallentimilla toteutetut tutkimukset ovat maailmalla älypuhelinsovelluksia yleisempiä. Niistä saatu tieto on pääsääntöisesti yhtenäisempää, paikannus tarkempaa ja käytettävyys helpompaa. Sekä älypuhelimeen että GPS-erillislaitteeseen liittyy kuitenkin merkittäviä käytettävyysaasteita silloin, kun tutkimus koskee koko väestöä.

Suhtautuminen paikannusteknologiaihin jakaa mielipiteitä. Ajan myötä teknologian ja sen hyötyjen tullessa tutummiksi helpottunee paikannusteknologioiden käyttö osana vapaaehtoisuuteen perustuvia liikkumistutkimuksia.

Kansainvälisistä lähteistä ja tämän tutkimuksen testauksissa saatu käsitys ei viittaa siihen, että paikannusmenetelmillä saavutettaisiin kustannussäästöjä otantapohjaisissa henkilöliikennetutkimuksissa. Kerättävistä perustiedoista eritoten kulkutapa ja matkojen määrä ovat sellaisia, jotka kannattaa toistaiseksi selvittää Suomessa verkko/mobiilikyselyllä, puhelinhaastattelulla tai paperisella matkapäiväkirjalla kattavasti. Paikannusmenetelmiä voidaan kuitenkin käyttää täydentävinä tiedonkeruuaineistoina esimerkiksi, kun halutaan tarkentaa käsityksiä kävelysten keistä tai kerätä vertailuaineistoa, jolla voidaan tarkastella vastaajien kykyä arvioida matkapituuksia, matkojen ajankohtia ja matkamääriä.

Virpi Pastinen, Hannes Keskiikonen, Joni Vallenius, Markku Kivari och Hannu Lehto: Positioneringsmetoder som en del av persontrafikundersökningar. Trafikverket, land och markanvändning. Helsingfors 2017. Trafikverkets undersökningar och utredningar 18/2017. 94 sidor och 5 bilagor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-381-1.

Sammanfattning

Positioneringsmetoderna erbjuder möjligheter att samla in mångsidiga mobilitetsdata. I den här undersökningen granskade man hur positioneringsmetoderna lämpar sig för stickprovsbaserade persontrafikundersökningar som beskriver hela befolkningens mobilitetsvanor.

Trafikundersökningar har gjorts under flera årtionden både i Finland och internationellt. EU strävar efter att förenhetliga persontrafikundersökningarna och samtidigt utveckla nya datainsamlingsmetoder, men rekommenderar att positioneringsmetoderna tillsvidare bara används som en kompletterande form av datainsamling. Oberoende av datainsamlingsmetoden måste de som deltar i undersökningen i Finland kunna granska och korrigera de uppgifter som sparats om dem.

Datamängderna enligt positioneringsmetoder som baserar sig på konsumentteknologier kan vara stora, och den optimala informationen är såväl övergripande som kontinuerlig och omfattar långa tidsperioder. Data baserar sig på verklig användning, erfarenhet och de rådande förhållandena vid respektive tidpunkt. Dessutom möjliggör det oförädlade datamaterialet många olika slutsatser med tanke på behovet. Positioneringsmetoden kan i sin bästa form göra det lättare att delta i trafikundersökningar, eftersom deltagarna inte själva behöver ge uppgifter om resorna utan dessa fås med hjälp av olika algoritmer.

Å andra sidan finns det olika faktorer som minskar integritetsskyddet i fråga om material som samlats in med konsumentteknologier. Man har inte alltid tillgång till tillräckligt detaljerade data med tanke på undersökningsändamålet. Materialets lämplighet för att beskriva mobilitetsbeteendet har tillsvidare inte heller kunnat påvisas internationellt eftersom jämförelsematerial inte har samlats in. Materialet innehåller förvrängde uppgifter, som med andra ord inte motsvarar befolkningsstrukturen eller alla trafikanter lika bra. Till materialet hänför sig också en okontrollerad användning av apparaten eller applikationen. Användarna kan efter eget omdöme antingen aktivera apparaten eller applikationen eller låta bli att göra det, vilket ökar felvisningen.

Ett problem i dagsläget är att positioneringsnoggrannheten inte med alla teknologier räcker till för att visa positionen exakt. Om de algoritmer som använts för behandling av materialet – såsom gallring av det oförädlade materialet, slutsatser om start- och destinationsplats eller färdstätt – inte är en öppen källkod, blir datakvaliteten oklar och omöjlig att verifiera i efterhand. Detsamma gäller om mätningsteknikerna förändras. Olika algoritmer och utrustningar ger också olika slutresultat. Behovet av dataöverföring kan i smarttelefonapplikationerna bli oskäligt stort.

Smarttelefonapplikationernas batteriförbrukning har åtminstone tillsvidare varit en kritisk faktor med tanke på deras användning i trafikundersökningar. Telefonens operativsystem kan stänga smarttelefonapplikationen eller användaren kan göra det själv. Därför kan uppgifterna om undersökningens resor bli bristfälliga. Globalt sett är det vanligare att göra undersökningar med GPS än med smarttelefonapplikationer. Data som fås med GPS är i regel enhetligare, positioneringen mera exakt och användbarheten lättare. Det finns många utmaningar vad gäller användbarheten för både smarttelefonen och GPS-utrustningen när undersökningen gäller hela befolkningen.

Förhållningssättet till positioneringsteknologi delar åsikterna. Med tiden när teknologin och nyttan av den blir mera känd, torde det bli lättare att använda positioneringsteknologi som en del av mobilitetsundersökningar som baserar sig på frivillighet.

Internationella källor och test som gjorts i den här undersökningen ger inte den uppfattningen att man med positioneringsmetoder uppnår några kostnadsinbesparingar i stickprovsbaserade persontrafikundersökningar. Av de basuppgifter som samlas in är särskilt uppgifter om färdstätt och antalet resor sådana som det tillsvidare lönar sig att i Finland göra på ett heltäckande sätt i form av en webb/mobilenkät, telefonintervju eller resedagbok i pappersform. Positioneringsmetoderna kan ändå användas som kompletterande datainsamlingsmaterial till exempel när man vill precisera uppfattningarna om promenader eller samla in jämförelsematerial, med vilka man kan kontrollera deltagarnas förmåga att uppskatta resornas längd, tidpunkt och antal.

Virpi Pastinen, Hannes Keskikiikonen, Joni Vallenius, Markku Kivari and Hannu Lehto: Positioning methods as part of passenger transport surveys. Finnish Transport Agency, Traffic and Land Use. Helsinki 2017. Research reports of the Finnish Transport Agency 18/2017. 94 pages and 5 appendices. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-381-1.

Summary

Positioning methods offer opportunities for collection of versatile mobility data. This study examines the suitability of positioning methods in sample-based passenger transport surveys describing the mobility habits of a whole population.

Transport surveys have a decades-long tradition both in Finland and internationally. The EU strives to harmonise passenger transport surveys and to develop new data collection methods. However, it currently recommends that positioning methods should only be used as a complementary form of data collection. Regardless of the data collection method used, respondents in Finland must be allowed to check and correct any data concerning them.

Positioning methods based on consumer technologies may use vast data quantities, and the optimal data is both comprehensive and continuous, and covers long stretches of time. The data is based on actual use, experience and the prevailing conditions. Raw data enables a variety of deductions, depending on the current need. Optimally, positioning methods can make it easier to participate in transport surveys, as respondents do not have to provide information about the journey themselves. Instead, various algorithms are used to provide this information.

On the other hand, there are always issues impairing the protection of privacy when data is collected using consumer technologies. There is not always sufficiently detailed data for each specific purpose of research. Since no reference data has been collected, it has not yet been proven, not even internationally, how suitable the data is for describing mobility behaviour. The data includes distortions, as it does not equally represent every demographic or transport user. The data material is also affected by uncontrollable use of the device or application. The fact that users can freely choose whether or not to activate the device or application causes additional distortions.

One of the current problems is that not all technologies can provide sufficient positioning accuracy for exact positioning of the device. If the algorithms used to process data – for example, purging raw data or determining the place of departure, destination or transport mode – are not open source, the data quality remains unclear and impossible to verify afterwards. The same applies to changing measuring techniques. Different algorithms and devices also produce different types of end results. In smartphone applications, there may be an unreasonable need for data transfers.

As of yet, the battery consumption of smartphone applications is a critical factor for using these in transport surveys. The mobile operating system, or actual user, may close the smartphone application. If this happens, the journeys made during the examined day may remain incomplete. At the international level, surveys using GPS recorders are more common than smartphone applications. GPS recorders normally provide more coherent information, more exact positions and they are easier to use.

However, when examining a whole population, both smartphones and GPS devices pose significant challenges.

Positioning technologies divide opinions. The more familiar the technology and its benefits get, the easier it should become to use positioning technologies as part of voluntary mobility surveys.

There are no indications, neither in international sources nor in the tests carried out in this study, that cost savings can be achieved by using positioning methods in sample-based passenger transport surveys. Transport mode and number of journeys are examples of collected basic data, which in Finland should be examined by means of web/mobile surveys, phone interviews or by travel journals on paper. However, positioning methods can be implemented as supplementary data collection material for specifying the concepts of walks or for collecting reference material for examining respondents' ability to estimate the length, time and number of journeys.

Esipuhe

Mobiililaitteiden ja paikannusteknologioiden yleistyminen avaa uusia mahdollisuuksia liikennettä koskevien tunnuslukujen keräämiseen. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan paikannusperusteisten menetelmien käyttöä erityisesti valtakunnallisissa henkilöliikennetutkimuksissa, joiden tavoitteena on antaa yleiskuva suomalaisten liikkumisesta väestöryhmittäin ja kulkumuodoittain sekä liikkumisen ajallisista ja alueellisista vaihteluista. Paineita tiedonkeruumenetelmien uudistamiselle asettaa vastausasteiden laskutrendi perinteisissä otantapohjaisissa liikennetutkimuksissa niin Suomessa kuin muuallakin.

Tutkimuksessa tarkastellaan kansainvälisiä esimerkkejä paikannusperusteisten menetelmien käytöstä henkilöliikennetutkimuksissa sekä toteutetaan älypuhelinsovelluksella ja GPS-erillislaitteella pilottitutkimukset Helsingin seudulla. Lisäksi tutkitaan matkapuhelinverkkojen vapaaehtoisen paikannuksen hyväksyttävyyttä liikennetutkimusten yhteydessä.

Tutkimuksen laativat Virpi Pastinen ja Hannu Lehto WSP Finland Oy:stä, Markku Kivari, Paavo Moilanen ja Hannes Keskiikonen (17.4.16 asti) Strafica Oy:stä sekä Joni Vallenius Kantar TNS Oy:stä. Työtä ohjanneeseen ohjausryhmään kuuluivat Harri Lahelma, Arja Aalto, Tomi Lapinlampi, Markus Melander (29.2.16 asti) ja Tytti Viinikainen Liikennevirastosta sekä Pekka Räty (9.5.16 asti) ja Elina Brandt (9.5.16 lähtien) Helsingin seudun liikenteestä.

Helsingissä maaliskuussa 2017

Liikennevirasto

Liikenne ja maankäyttö -osasto

Sisällysluettelo

1	TAUSTA JA TAVOITTEET	12
2	HENKILÖLIIKENNETUTKIMUS JA PAIKANNUSMENETELMÄT.....	14
2.1	Henkilöliikennetutkimuksesta ja sen käytöstä.....	14
2.1.1	Yleistä.....	14
2.1.2	Käyttökohteet	14
2.1.3	Tiedonkeruumenetelmät	15
2.1.4	Tiedonkeruun laatutekijöistä.....	18
2.2	Paikannusmenetelmät osana henkilöliikennetutkimusta	21
2.2.1	Paikannusmenetelmistä liikenteen tiedonkeruun muotoina	21
2.2.2	GPS tallentimet	24
2.2.3	Älypuhelinsovellukset	31
2.2.4	Suunnistuslaitteet- ja sovellukset	34
2.2.5	Radiotaajuinen etätunnistus.....	35
2.2.6	Automaattinen ajoneuvonpaikannus- ja seurantajärjestelmä	36
2.2.7	Matkapuhelinverkkojen sijaintiin perustuvat menetelmät.....	37
2.2.8	Googlen Aikajana	39
2.2.9	Joukkoistaminen ja liikkumistieto	40
2.3	Arvioita uusien teknologioiden hyödynnettävyydestä osana henkilöliikennetutkimusta	43
2.3.1	Uudet teknologiat henkilöliikennetutkimuksen yhteydessä.....	43
2.3.2	Kuluttajateknologioiden hyödynnettävyys	45
2.3.3	Uudet teknologiat muuttavat tiedon sisältöä	45
2.3.4	Vertailuaineiston tarve.....	46
2.3.5	Vähän liikkuvat	47
2.3.6	Tietosuojakysymykset.....	47
2.3.7	Menetelmien kustannuksista – suo siellä vetelä täällä.....	48
2.3.8	GPS-signaalista liikkumistietoihin	49
3	GPS-TALLENTIMEN JA ÄLYPUHELINSOVELLUKSEN YHTEISTESTAUS HELSINGIN SEUDULLA	54
3.1	Menetelmäkuvaus.....	54
3.1.1	Tiedonkeruuprosessi	54
3.1.2	Käytetyt GPS-tallentimet	57
3.1.3	Älypuhelinsovellus.....	59
3.2	Kokemukset testauksesta	61
3.2.1	Vastausasteet ja yksikkökato rekrytointivaiheessa.....	61
3.2.2	Yleiskuva tiedonkeruun onnistumisesta.....	65
3.2.3	Tallentimien ja sovellusten päälläoloaika ja käyttökokemukset.....	67
3.2.4	Kuluttavan päättelyn toimivuus.....	72
4	TUTKIMUS MATKAPUHELINVERKKOPAIKANNUKSEN HYVÄKSYTTÄVYYDESTÄ.....	76
4.1	Tausta	76
4.2	Tutkimuksen kuvaus ja menetelmät.....	76
4.3	Vastausaste ja yleiskuva osallistuneista	78
4.4	Halukkuus osallistua tutkimukseen	79
4.5	Osallistumisen ja kieltäytymisen syyt	82
4.6	Kokemukset hyväksyttävyyden testauksesta	83

5	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	85
5.1	Paikannusmenetelmien arviointi.....	85
5.2	Johtopäätökset.....	88

LIITTEET

Liite 1	Tallentimien käyttöohjeet
Liite 2	Älypuhelinsovelluksen käyttöohjeet
Liite 3	GPS-tallentimien päälläoloajat
Liite 4	Älypuhelinsovellusten päälläoloajat
Liite 5	Matkojen, matkanosien ja kulkutapojen päättelyn tulokset aineistossa tutkimuspäivänä

1 Tausta ja tavoitteet

Henkilöliikennetutkimusten, kuten muidenkin otantatutkimusten vastausasteet ovat olleet laskusuuntaisia kautta maailman, vaikka Suomessa tilanne onkin kattavien rekisterien ansiosta monia muita maita parempi. Tarpeet uudistaa tiedonkeruumenetelmiä ovat toistuneet aika-ajoin.

Paikannusteknologian kehittyminen antaa mahdollisuuksia uusiin tiedonkeruumenetelmiin. Paikannusteknologioilla onkin lukuisia sovelluskohteita monen liikennetiedon keräämisessä, mutta soveltaminen otantapohjaisessa liikennetutkimuksessa on haastavaa.

Euroopan Unioni on kannustanut paikannusmenetelmien tutkimiseen. Toistaiseksi paikannusmenetelmiä on kuitenkin hyödynnetty vain täydentävinä tiedonkeruumuotoina, jos muita vaihtoehtoja on ollut käytettävissä. Myös uusien teknologioiden kustannusvaikutukset ovat avoin kysymys.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, kannattaako tulevissa henkilöliikennetutkimuksissa hyödyntää paikannusperusteisia menetelmiä ja jos, niin millä tavoin. Paikannusmenetelmistä on tehty eri yhteyksissä selvityksiä ja pilotteja. Tämän tutkimuksen tehtävänä on arvioida näitä menetelmiä nimenomaan otantapohjaisen henkilöliikennetutkimuksen näkökulmasta.

Kirjallisuuskatsaukseen on poimittu näkökulmia, miten hyvin paikannusteknologiat vastaavat otantapohjaisen henkilöliikennetutkimuksen laatuvaatimuksiin. Laatuvaatimukset koskevat sekä tiedon sisältöä että kattavuutta. Työn yhteydessä toteutettu puhelinhaastattelututkimus matkapuhelinverkko paikannuksen hyväksyttävyydestä ja aito otantapohjainen paikannusmenetelmillä toteutettu testi tuovat konkretiaa arvioihin.

Valtakunnallisessa henkilöliikennetutkimuksessa on tapana kerätä kaikki matkatiedot yhdeltä tutkimuspäivältä ja erikseen tietoja pitkistä matkoista. Pitkien matkojen tutkimusjakson on aineiston riittävyden vuoksi oltava useita viikkoja. Alueellisissa henkilöliikennetutkimuksissa riittää yleensä, että tiedot liikkumisesta ja liikkumattomuudesta saadaan kutakin vastaajaa kohti yhdeltä päivältä.

Ideointivaiheessa verrokkitutkimukseksi otantaperusteisista henkilöliikennetutkimuksista otettiin tietotarpeiltaan kaikkein laajin valtakunnallinen tutkimus. Työssä haettiin keinoja, joilla paikannusmenetelmiä voitaisiin hyödyntää osana otantapohjaisia henkilöliikennetutkimuksia. Tavoitteena oli, että paikannusmenetelmillä voitaisiin helpottaa vastaamista, parantaa tiedon laatua ja pienentää kustannuksia.

Tutkimuspäivän matkojen paikannusmenetelmiksi valittiin GPS-tallentimiin ja älypuhelinsovellukseen perustuvat paikannusmenetelmät. Näillä menetelmillä arvioitiin olevan parhaat mahdollisuudet kerätä tietoja tutkimuspäivän matkoista mahdollisimman kattavasti. Syksyn 2016 aikana tutkittiin Helsingin seudun asukkaiden liikkumista vapaaehtoisuuteen perustuvalla tutkimuksella, tietoja liikkumisesta kerättiin älypuhelinsovelluksella tai GPS-tallentimella vastaajan valinnan mukaan. Testin otoskoko oli tuhat henkilöä.

Pitkien matkojen tutkimuksen menetelmäksi hahmoteltiin säännöllisin väliajoin piilotekstiviestillä aktivoitavaa matkapuhelinverkkoon tukeutuvaa paikannusta. Syksyn 2016 ennakkotutkimuksessa rajattu joukko Helsingin seudun asukkaita kertoi mielipiteensä vapaaehtoisuuteen perustuvan matkapuhelinverkkopaikannuksen hyväksyttävyydestä osana pitkien matkojen tutkimusta.

Tutkimuksessa tarkasteltuja teemoja ovat paikannusmenetelmien hyödyt, puutteet, hyväksyttävyyden suuren yleisön keskuudessa, tietosuojakysymykset, saatavan tiedon laatu ja luotettavuus sekä vertailukelpoisuus aiempien tutkimusten kanssa, kustannukset ja tiedon yhdisteltävyys. Lisäksi tutkimuksessa on pohdittu paikannusmenetelmien käytön esteitä ja pyritty löytämään niihin ratkaisuja mm. tutkimuksessa toteutettujen testausten avulla. Tutkimuksessa on pohdittu tiedonkeruun joukkoistamisen suhdetta henkilöliikennetutkimukseen, otantapohjaiseen tiedonkeruuseen ja luotettavuuteen.

Tämän julkaisun lukuun 2 ”Henkilöliikennetutkimus ja paikannusmenetelmät” on kerätty yleistietoa otantapohjaisista henkilöliikennetutkimuksista Suomessa ja koottu kirjallisuuslähteistä tietoja paikannusmenetelmistä ja arvioita niiden soveltuvuudesta otantapohjaisten henkilöliikennetutkimusten tiedonkeruumuodoiksi.

Luvussa 3 on esitelty GPS-tallentimen ja älypuhelinsovelluksen yhteistestausta. Testauksessa mukailtiin mahdollisimman pitkälle otantapohjaisen henkilöliikennetutkimuksen ideaa. Koska kyse on tutkimushankkeesta, on luvussa pyritty tuomaan esille menetelmiin liittyviä haasteita ja mahdollisuuksien mukaan etsitty niihin myös ratkaisuja.

Luvussa 4 on kuvattu ennakkotutkimusta matkapuhelinverkkopaikannuksen hyväksyttävyydestä. Hyväksyttävyyttä selvitettiin puhelinhaastatteluin.

Lukuun 5 on koottu yhteenveto ja suosituksia käsitellystä aihepiiristä.

2 Henkilöliikennetutkimus ja paikannusmenetelmät

2.1 Henkilöliikennetutkimuksesta ja sen käytöstä

2.1.1 Yleistä

Henkilöliikennetutkimuksilla on pitkä, heti toisen maailmansodan jälkeen käynnistynyt kansainvälinen perinne. Tutkimusten ensimmäiset motivaatiot liittyivät valtatieinvestointeihin ja heti kohta kaupungistumiseen ja kaupunkien liikennesuunnitteluun. Tutkimuksilla haluttiin koota lähtötietoja liikenteen kysynnän mallintamiseksi ja ennustamiseksi. (Weiner, E. 1992) Suomessa Valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen tilastot ulottuvat aina 70-luvulta nykypäivään. Jo 60-luvulla on käynnistynyt alueellisten henkilöliikennetutkimusten perinne. Euroopan Unioni ei toistaiseksi velvoita lainsäädännöllä tutkimaan liikennettä, mutta antaa yhä laajemmin aihepiiristä suosituksia ja on kiinnittänyt myös huomiota paikannusmenetelmiin. Suomessa liikennetutkimuksiin liittyvä resursointi ja osaaminen on verraten kapeaa esimerkiksi naapurimaihin nähden.

Seuraavissa alaluvuissa kuvataan lyhyesti, mikä otantapohjainen henkilöliikennetutkimus on, mihin sitä käytetään ja millaisia laadullisia ulottuvuuksia tutkimuksen toteuttamiseen liittyy. Taustoituksella pyritään arvioimaan, miten paikannusmenetelmät voisivat parhaiten palvella tiedonkeruumuotoina otantapohjaisissa henkilöliikennetutkimuksissa sekä mitä hyötyä ja haasteita menetelmiin liittyy.

2.1.2 Käyttökohteet

Sekä valtakunnallisten että alueellisten henkilöliikennetutkimusten tavoitteena on kerätä perustietoja väestön liikkumisesta. Tutkimukset antavat yleiskuvan suomalaisten liikkumisesta ja liikkumisen taustoista sekä henkilöliikennematkojen väestöryhmittäisistä, alueellisista ja ajallisista vaihteluista. Henkilöliikennetutkimus kattaa kaikki kulkutavat. Tietoja käytetään apuna parannettaessa liikkumismahdollisuuksia, liikenneturvallisuutta ja arvioitaessa liikkumiskustannuksia sekä pyrkimyksissä vähentää liikenteen ympäristöhaittoja. Henkilöliikennetutkimuksen tuloksia hyödyntävät liikenteen parissa työskentelevät päättäjät, viranomaistahot, tutkijat, asiantuntijat ja muut toimijat. Viranomaisia ovat esimerkiksi kunnat ja maakunnat sekä Liikennevirasto ja liikenne- ja viestintäministeriö.

Aineistot soveltuvat muun muassa henkilöliikennesuoritteiden, kulkutapaosuuksien sekä matkojen määrän ja keston arviointiin. Varsinkin alueellisia tutkimuksia on käytetty henkilöliikenteen kysynnän mallintamisessa. Kysyntämalleilla ennustetaan liikenneinvestointien ja liikennepoliittisten toimenpiteiden vaikutusta matkojen määrään, suuntautumiseen ja kulkutapojen kysyntään.

Henkilöliikennetutkimuksesta tarvittavia tunnuslukuja ovat mahdollisimman luotettavat koko väestöä ja kaikkia alueita koskevat arviot matkamäärästä, kokonaismatka-ajasta sekä matkojen vuorokausisuoritteesta kulkutavoittain ja matkan tarkoituksen mukaan. Mainituista tunnusluvuista tarvitaan näiden ajalliset, alueelliset sekä väestöryhmäkohtaiset vaihtelut. Henkeä kohti lasketut tunnusluvut matkojen määrästä, kilometrisuoritteesta ja kokonaismatka-ajasta sisältävät itsessään tiedon myös liikkumattomista.

2.1.3 Tiedonkeruumenetelmät

Suomessa ensimmäiset henkilöliikennetutkimukset olivat postikyselyjä. 1990-luvun lopulla siirryttiin puhelinhaastatteluihin ja 2010-luvulla monimenetelmätutkimuksiin, joissa puhelinhaastattelua täydentävät verkko- ja postikyselyt. Menetelmämuutokset ovat madaltaneet osallistumiskynnystä ja näin nostaneet vastausastetta tämän uha- tessa pudota (taulukko 1).

Taulukko 1 Valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen tiedonkeruutavat, perusjoukko ja päätunnusluvut.

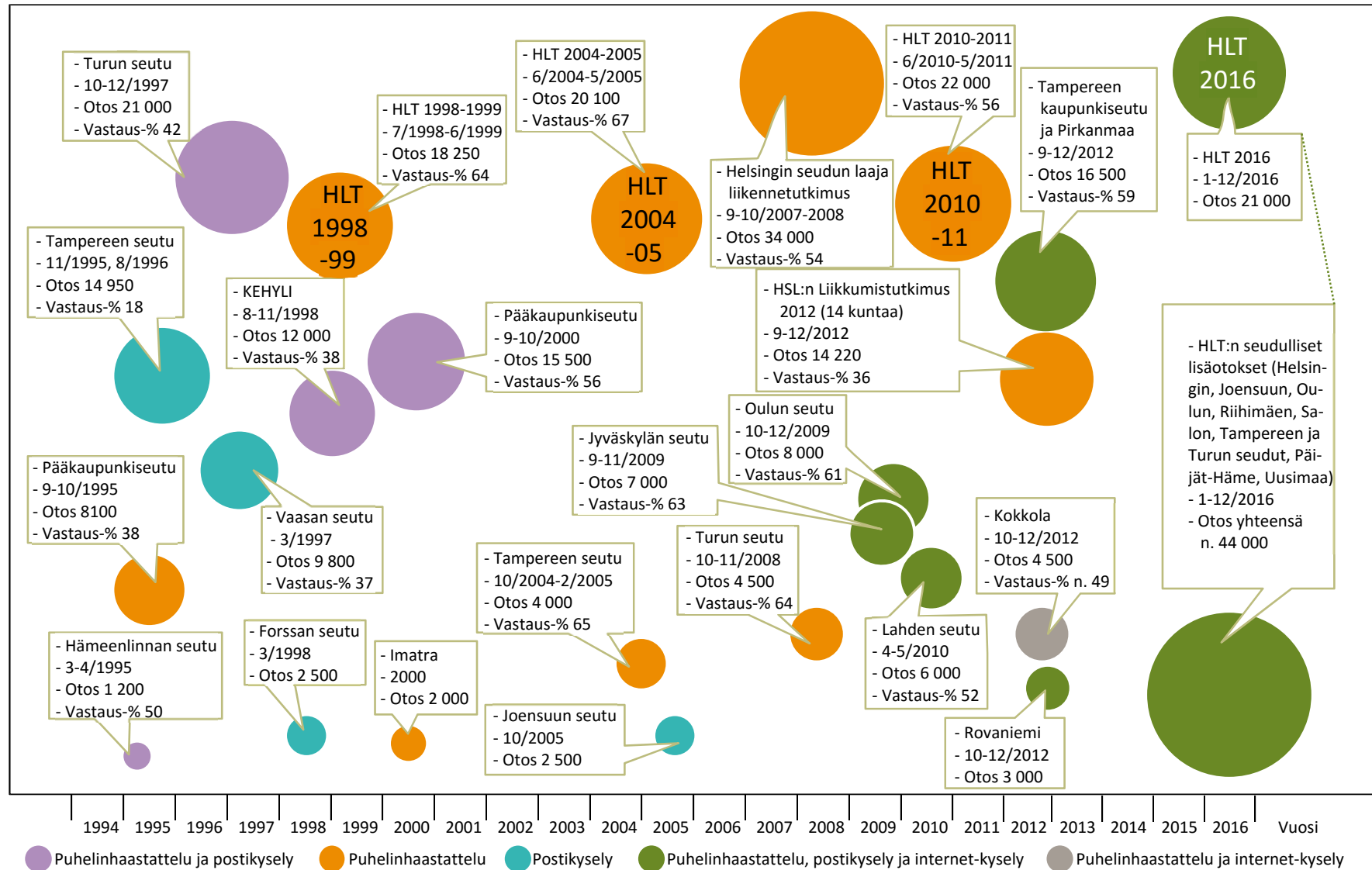
	Keskiarvo						
	Tiedonkeruumenetelmänä postikysely		Tiedonkeruumenetelmänä puhelinhaastattelu				
perusjoukko	13 – 64 -vuotiaat		18 – 70 -vuotiaat		6 vuotta täyttäneet		
	1974	1980	1986	1992	7/1998-6/1999	6/2004-5/2005	6/2010-5/2011
matkakäsite							
matkaluku (matkaa/hlö/vrk)	2,96	3,14	3,12	2,97	2,86	2,86	2,89
matkasuorite (km/hlö/vrk)	36,1	38,5	41,9	51,2	39,6	41,8	41,4
kokonaismatka-aika (min/hlö/vrk)	73	70,3	71,4	76,9	69,8	70,8	65,5
matkan keskipituus (km/matka)	12,3	12,2	13,4	17,2	13,8	14,6	14,3
matka-ajan keskiarvo (min/matka)	24,7	22,4	22,9	25,8	24,4	24,7	22,7

Suomessa ei ole toistaiseksi laadittu otantapohjaista henkilöliikennetutkimusta laajamittaisesti paikannusmenetelmillä. Puhelinhaastatteluna toteutetun vuoden 2010–2011 Valtakunnallisen henkilötutkimuksen valmistelun yhteydessä testattiin kuitenkin GPS-tallentimen käyttöä yhdessä paperisen matkapäiväkirjan kanssa. Kyse oli kaksois- tutkimuksesta, jossa ensisijaisesti pyrittiin selvittämään käytetty kulkutapa GPS-signaalin perusteella ja testaamaan kulkutapa-algoritmien toimivuutta (Rantala 2009). Samalla saatiin kuitenkin myös arvokasta tietoa GPS-tallentimien käytöstä osana henkilöliikennetutkimusta laajemminkin.

Vuonna 2014 Helsingin seudun liikenne tarjosi kokeiluluonteisessa liikkumistutkimuksessaan mahdollisuutta osallistua tutkimukseen matkapuhelinavusteisesti. Pääasiallisina menetelminä olivat alun perin 15–64-vuotiaille verkkokysely ja 7–15-vuotiaiden vanhemmille ja 65 vuotta täyttäneille suunnattu puhelinhaastattelu. Tavoitteena oli, että tutkimukseen osallistuisi 15 prosenttia tutkimukseen kutsutuista. Käytännössä

vastausaste asettui kirjevärväyksellä noin 10 prosenttiin ja tämän vuoksi värväystä jatkettiin puhelimitse, jolloin vastaajille tarjottiin mahdollisuus osallistua tutkimukseen myös puhelimitse. Näin lopulta päästiin lähelle asetettua 15 prosentin tavoitetta. Lasten ja iäkkäiden vastausaste puhelinhaastatteluissa oli 46 prosenttia. Mobiilisovellus oli toteutettu Android-puhelimille. Tämän otti käyttöön 2,5 prosenttia verkkokyselyryhmästä.

Saatuja kokemusten perusteella mobiilisovellus tulisi pystyä lataamaan normaalia reittiä, ei erillisestä verkko-osoitteesta. Sovelluksen ladanneista neljäsosa ei tiennyt, että heidän olisi täytynyt tehdä vielä jotain muutakin kuin ladata sovellus. Kysely oli auki 8 vuorokautta. Latausaikaa sovellukselle olisi ollut hyvä olla enemmän. Puhelimen akku kestää maksimissaan 17 tuntia. Akun säästämisen vuoksi sovellus piti käynnistää aina, kun lähti liikkeelle. Osa sovelluksen ladanneista oli kokeillut sovellusta, mutta ei kuitenkaan käyttänyt sitä muuten tutkimuspäivänä. Haasteena oli myös, että käyttäjän piti osata antaa matkapuhelimen IMEI-koodi. Saatuja käyttäjäkokemuksia pyrittiin hyödyntämään luvussa 3 kuvatussa otantapohjaisissa testauksissa.



© TTY Kalenoja H., Tiikkaja H. 2012-13, täydennykset WSP Finland Oy Pastinen V., Rantala A., Lehto H. 2012-17

päivitetty 26.1.2017

Kuva 1

Otantaperusteisia liikemistutkimuksia Suomessa 90-luvun puolivälistä nykypäivään.

Kokemukset herättivät pohdinnan siitä, miten tarkkaan analysointiin ylipäänsä on soveliasta mennä. Tulisiko esimerkiksi kodin ympäristöä ”sumentaa” sopivan epätarkaksi, vaikkapa korttelitasoiseksi, niin ettei esimerkiksi liikkuminen yksityisellä alueella pihapiirissä näkyisi aineistossa. Havaintona myös oli, että tiedon käsittely muuttui aiempaa vaativammaksi, jolloin oleellinen kysymys on, miten haluamme tietoa hyödyntää ja mitä ovat uudet tietotarpeet, joihin halutaan vastauksia? Liikennetutkijan päätieto koskee matkan pituutta. Joukkoliikenteessä kiinnostaa myös, missä matkustaja tulee joukkoliikenteeseen, kuinka paljon hän kävelee, missä ovat solmupisteet, kuinka paljon solmuissa liikutaan ja mitä niissä tehdään. Siten yksilöidyt paikat ovat kiinnostavia, ei sijainti yleensä. Pohdintaa herätti myös, kuinka suuria otoksia tarvitaan ja voidaanko kohtuullisella aineistomäärällä mallintaa kuvattuja kiinnostuksen kohteita.

2.1.4 Tiedonkeruun laatutekijöistä

Perusjoukko

Henkilöliikennetutkimuksilla pyritään muodostamaan kokonaiskuva koko väestön liikkumisesta tutkittavalla alueella, joka voi olla esimerkiksi yksittäinen kunta, kaupunkiseutu, työssäkäyntialue, maakunta tai kuten valtakunnallisessa tutkimuksessa, koko maa. Käytännössä tutkimuksista rajataan pois kaikkein nuorin väestö, sillä heidän ajattellaan liikkuvan harvoin itsenäisesti. Valtakunnallisessa henkilöliikennetutkimuksessa perusjoukoksi on 90-luvun lopulta alkaen muotoutunut kuusi vuotta täyttäneet vakinaisesti Manner-Suomessa asuvat suomalaiset Ahvenanmaata lukuun ottamatta. Perusjoukolla tarkoitetaan väestönosaa, jonka tutkimustulokset kattavat ja joiden joukosta otos poimitaan.

Otantatutkimus

Otantatutkimus on tehokas tapa kerätä tietoa silloin, kun koko perusjoukon kattava kokonaistutkimus on muun muassa kustannussyistä mahdoton. Kokonaistutkimuksella tarkoitetaan koko perusjoukon kattavaa tutkimusta, jolla tiedot saadaan jokaiselta henkilöltä. Erilaiset rekisteritutkimukset ovat tyypillisiä kokonaistutkimuksia. Jotta otantatutkimuksella saataisiin luotettavaa tietoa, poimitaan otos satunnaisesti. Juuri satunnaisuus takaa, että perusjoukkoon nähden kohtuullisen pienelläkin otoksella voidaan saavuttaa luotettava tulos. Siksi pienikin, mutta hyvin satunnaistettu otos on yleensä tehokkaampi kuin suuri määrä valikoitunutta aineistoa.

Tiedot liikkumisesta tulisi saada mahdollisimman monelta vastaajalta. Henkilöliikennetutkimuksessa vastauskatoa pyritään ehkäisemään monin eri keinoin. Tutkimuksesta kerrotaan ennakkokirjeellä, puhelinnumeroita seulotaan mahdollisimman laajasti rekistereistä, tutkimuspäivästä muistutetaan tekstiviestillä. Vastaajille tarjotaan myös mahdollisuus vastata omalla kielellään ja he voivat osallistua palkintojen arvontaan.

Vuoden 2016 henkilöliikennetutkimuksessa vastaamista on pyritty helpottamaan tarjoamalla mahdollisuus vastata verkkokyselyyn. Jos vastausta ei ole saatu muutaman päivän kuluessa tutkimuspäivästä, lähetetään uusi tekstiviestimuistutus ja muistutuskirje. Muistutuskirjeessä on maininta mahdollisuudesta osallistua verkkokyselyyn ja mukana lähetetään paperilomake, jolloin vastaajan on lisäksi mahdollisuus vastata kirjekyselyyn. Edellä mainituin keinoin pyritään minimoimaan vastauskadosta aiheutuvaa vinoutumaa tuloksiin.

Laajennus ja kadon korjaus

Vastauskadosta aiheutuvia systemaattisia virheitä voidaan korjata laajentamalla aineisto esimerkiksi alueellisesti, ikäryhmittäin ja sukupuolen mukaan vastaamaan perusjoukon väestörakennetta. Laajennuksessa käytettäviä taustamuuttujia voi olla muitakin. Edellytyksenä on, että taustamuuttujaa koskevat tiedot saadaan sekä otantatutkimuksesta että laajennuksessa käytettävistä luotettavista perusjoukkoa kuvaavista tilastoista. Aineiston laajennus on hyvä keino korjata vastauskatoa, jos samaan väestöryhmään kuuluvien tutkimukseen vastanneiden ja vastaamattomien voidaan arvioida liikkuvan keskimäärin samalla tavalla. Jos liikkumisessa on selvää eroa, ei tutkimus anna täyttä kokonaiskuvausta perusjoukon liikkumisesta. Henkilöliikennetutkimuksen vastausaste pyritään pitämään mahdollisimman korkeana, sillä vastanneiden ja vastaamattomien samankaltaisesta liikkumiskäyttäytymisestä on vaikea varmistua samankaltaan väestöryhmän sisällä.

Väestötietojärjestelmä ja soitto satunnaisiin numeroihin

Suomen ja muiden Pohjoismaiden väestörekisterien kattavuus on poikkeuksellisen hyvä verrattuna moniin maihin Etelä- ja Itä-Euroopassa sekä maanosamme ulkopuolella. Väestörekisteri kattaa käytännössä kaikki suomalaiset. Tämä luo edellytykset laadukkaaseen ja kustannustehokkaan otantapohjaisen tutkimuksen toteutukselle. Pohjoismaissa luotetaan monia maita paremmin viranomaisiin ja suhtaudutaan myönteisesti yleishyödyllisiksi katsottuihin tutkimuksiin, vaikka suuntaus vastausaktiivisuudessa on meilläkin ollut laskussa. Ilmiö on muualla tullut vastaan tosin eri mittakaavassa.

Monissa maissa kalliit kotikäynteihin perustuvat haastattelut ovat olleet ainoa keino tavoittaa vastaajat. Kattavan otoksen saamiseksi vaihtoehtoisena keinona on käytetty myös soittoa satunnaisesti muodostettuihin puhelinnumeroihin. Suomessa Euroopan Unionin maille yhteistä lainsäädäntöä on tulkittu niin, ettei tällainen soittomenettely ole sallittua. Esimerkiksi Virossa saman lain tulkinta on päinvastainen. Yhdysvalloissa satunnaisiin puhelinnumeroihin soittamista käytetään yleisesti. Tyypilliset vastausasteet liikkuvat 20 prosentin tuntumassa (NHTS 2011). Vuoden 2010–2011 Valtakunnallisessa henkilöliikennetutkimuksessa vastausaste oli 65 prosenttia¹ henkilöistä, joille puhelinnumero löydettiin luotettavasti. Eroa selittävät muun muassa erilaiset asenteet puhelinhaastatteluihin, yhteiskunnallisiin palveluihin ja ettei satunnaistetussa puhelinhaastattelussa vastaajia voida lähestyä hyväksyttävyyttä edesauttavalla ennakkokirjeellä.

Väestötietojärjestelmän kattavuus ei kuitenkaan yksin riitä. Rekisteri kohdentuu osoitteisiin, jolloin otokseen poimitut ovat parhaiten tavoitettavissa kirjeitse. Koska kirjekyselyjen vastausaste on ainoana tiedonkeruumuotona matala ja laatu muita menetelmiä heikompi, toimivat henkilöliikennetutkimuksissa puhelinhaastattelu ja verkkokysely paremmin. Puhelinnumerorekistereiden peitto on kuitenkin vajavainen sähköpostiosoitteista² puhumattakaan. Sähköisen asioinnin aikana kumpaakin tietoa voidaan pitää osoitteeseen rinnastettavina yhteystietoina. Tietojen liittäminen Väestötietojärjestelmään olisi monesta näkökulmasta tervetullut uudistus. Kaupallisten

¹ Kokonaisvastausaste Väestörekisterikeskuksen otoksesta oli 56 prosenttia. Luvussa on mukana myös henkilöt, joille ei löytynyt luotettavasti puhelinnumeroa.

² Kovin monet tuskin haluavat luovuttaa sähköpostiosoitteensa markkinatutkimuksiin, mutta käyttö viranomaisten yleishyödyllisissä tutkimuksissa, johon Henkilöliikennetutkimuksen on rinnastettavissa, on perustettu.

rekisterien kehittyminen on toinen vaihtoehto. Puute heikentää tällä hetkellä otanta-tutkimuksissa otokseen valittujen henkilöiden tavoitettavuutta.

Ympärivuotisuus ja yksilöllisen tutkimusajankohdan satunnaisuus

Aiemmin alueelliset henkilöliikennetutkimukset toteutettiin joko syksyisin tai keväisin arkipäivinä ja valtakunnallinen tutkimus oli ainoa ympärivuotinen tutkimus. Uusin Valtakunnallinen henkilöliikennetutkimus 2016 on kuitenkin sekä seuduilla että valtakunnallisesti ympärivuotinen tutkimus. Vastaustaakan keventämiseksi otokseen valittuja pyydetään ilmoittamaan kaikki matkansa vain yhdeltä ennakkoon määrätyltä satunnaisesti valitulta tutkimuspäivältä. Vastaaja tai haastattelija eivät siis valitse tutkimuspäivää itse. Myös ennakkoon valittujen vaihtoehtoisten tutkimuspäivien tarjoaminen heikentäisi luotettavuutta. Tutkimuspäivän satunnaisuudella varmistetaan, että tutkimuksella pystytään kuvaamaan luotettavasti suomalaisten liikkumista.

Alueellisista tutkimuksista poiketen Valtakunnallisessa henkilöliikennetutkimuksessa on lisäosio, jossa selvitetään erikseen pitkiä matkoja ja Suomen rajan ylittäviä matkoja. Nämä matkat pyydetään raportoimaan viimeksi kuluneen kolmen viikon jaksolta tutkimuspäivästä taaksepäin. Myös tämä tutkimusosio on ympärivuotinen.

Vertailtavuus

Henkilöliikennetutkimuksella pyritään mahdollisemman hyvään vertailtavuuteen, niin alueellisesti kuin eri vuosien välillä ja kansainvälisesti. Tämä on mahdollista, jos menetelmät ja tiedonkeruujaksot ovat yhtenevät. Henkilöliikennetutkimus 2016 on ollut käynnissä samanaikaisesti yhdenmukaisin menetelmin eri puolilla Suomea. Tutkimusmenetelmät ja käytettävissä olevien rekisterien luotettavuus eri puolilla Eurooppaa ja kansainvälisesti ovat toisistaan siinä määrin poikkeavat, että vertailtavuudessa on rajoitteita. Euroopan unionin harmonisointitavoitteet koskevat ennen muuta tunnuslukujen yhtenäistä laskentatapaa ja suosituksia annetaan tutkimuskysymysten sisällöstä (Eurostat, 2016). Myös kansallisesti jokainen menetelmämuutos aiheuttaa katkoksen aikasarjoissa, ellei samanaikaisesti huolehdita rinnakkaistutkimuksesta vanhalla ja uudella menetelmällä.

2.2 Paikannusmenetelmät osana henkilöliikennetutkimusta

2.2.1 Paikannusmenetelmistä liikenteen tiedonkeruun muotoina

Useimmat paikannusmenetelmät hyödyntävät radiosignaalia

Liikenteen tiedonkeruussa käytettyjä paikannusmenetelmiä on useita. Yhteistä useimmille menetelmille on, että ne perustuvat tavalla tai toisella radiosignaaliin olipa kyse sitten satelliittipaikannuksesta³, matkapuhelinverkkopaikannuksesta, langattomien lähiverkkojen (Bluetooth⁴, WLAN⁵) paikannuksesta, tutkasta tai radiotaajuuden etätunnistuksesta⁶. Muita mahdollisia paikannustekniikoita ovat videotunnistus, kuten ajoneuvojen rekisteritunnusten havainnointi ja rekisteriaineistojen, kuten luottokortti-rekisterien, hyödyntäminen ja infrapunatunnistus, jota on käytetty joukkoliikenteen matkustajalaskennoissa. Jopa sijaintitiedon sisältävästä Twitter-aineistosta on pystytty päättämään ihmisten liikkeitä luonnonkatastrofin yhteydessä (Hara 2015).

EU:n SHANTI-tutkimushankkeessa laadittiin vuonna 2013 yhteenveto eri teknologi-
oista (taulukko 2). Hankkeessa visioitiin uusien teknologioiden mahdollistavan nykyisenlaisten käytäntöjen mukaisen tiedonkeruun tehostamisen. Samoin ajateltiin uudenlaisen tiedon vastaavan uusiin tutkimuskysymyksiin. Massa-aineistojen⁷ nähtiin mahdollistavan eri maiden välisen vertailun. Toisaalta todettiin, että henkilöliikennetutkimukset vastaavat sellaisiin kysymyksiin, joihin uusilla tiedonkeruumenetelmillä ei tällä hetkellä voida vastata. Lisäksi henkilöliikennetutkimusaineistoja voidaan käyttää massa-aineistojen tietojen arviointiin. Massa-aineistoihin arvioitiin liittyvän sellaisia liiketoiminnan ja juridiikan kysymyksiä, joita ei aiemmin ole kohdattu.

³ Satelliittipaikannusmenetelmiä ovat esimerkiksi Yhdysvaltain ilmavoimien GPS eli Global Positioning System, Venäjän GLONASS ja sotilaallinen Parus, Kiinan kansantasavallan Beidou, Japanin alueen paikannusta tarkentava QZSS-järjestelmä, EU:n Galileo-järjestelmä ja Intian GAGAN. Pitkään rakenteilla ollut eurooppalainen satelliittipaikannusjärjestelmä Galileo otettiin virallisesti käyttöön 14. joulukuuta 2016. Nykyisellä 18 satelliitilla peitto on jo lähes täydellinen. Täysin valmiissa Galileo-järjestelmässä on 24 satelliittia, sekä niille varasatelliitteja. Galileon antama paikkatieto kattaa paremmin pohjoiset ja eteläiset alueet kuin muut järjestelmät. Satelliittien kiertoratojen kaltevuus päiväntasaajan suhteen on muita suurempi ja Galileo-satelliitit kiertävät Maata korkeammalla. Jo nyt uusimmissa matkapuhelimissa on paikannuspiiri, joka pystyy käyttämään myös Galileo-signaalia. (Tietotuubi 2017). Tässä julkaisussa satelliittipaikannuksella viitataan vielä poikkeuksetta amerikkalaiseen GPS-järjestelmään.

⁴ Bluetooth on standardi, joka mahdollistaa elektronisten laitteiden väliset lyhyen kantaman langattomat tiedonsiirtoyhteydet. Bluetooth on radioyhteys kahden tai useamman laitteen, esimerkiksi matkaviestimen ja kannettavan tietokoneen tai tulostimen, välillä. Bluetooth korvaa laitteiden väliset lyhyet kaapelit. Nimi Bluetooth annettiin 900-luvulla eläneen viikinkikuninkaan, Harald Sinihampaan mukaan, logo taas luotiin yhdistämällä kaksi skandinaavista riimua (Hagall ✖ ja Berkanan B, eli ✖ (Absolute Astronomy 2012.)

⁵ WLAN (lyhenne sanoista wireless local area network) on langaton lähiverkkotekniikka, jolla erilaiset verkkolaitteet voidaan yhdistää ilman kaapeleita. WLAN-tuotteista käytetään toisinaan puhuekielessä kaupallista nimitystä Wi-Fi. Wi-Fi on tavaramerkki.

⁶ Radiotaajuuden etätunnistuksesta käytetään usein englanninkielistä kirjainlyhennettä RFID, joka tulee sanoista Radio Frequency IDentification.

⁷ Massa-aineistoista käytetään monesti nimitystä Big Data.

Taulukko 2. Uudet teknologiat ja niiden hyödynnettävyys liikennetutkimusten tiedonkeruussa (Reinau et al. 2013)

Teknologia	Tietosisältö	Muut tiedot	Tiedon laatu	Tarkkuus	Yhtenäisyys ja jatkuvuus
GPS,A-GPS, GLONASS, COMPASS (esim. GPS-tallennin)	koordinaatit, aika, suunta, HDOP, VDOP ⁸	voidaan täydentää kyselyaineistolla	hyvä	varsin tarkka, metrejä	hyvä
Matkapuhelinverkkopai- kannus (esim. piiloteksti- viesti)	koordinaatit, aika, tarkkuusmitta	voidaan täydentää kyselyai- neistolla	riippuu matka- puhelinverkosta, keskinkertainen	riippuu alueesta, metreistä satoihin ki- lometreihin	hyvä
Matkapuhe- linverkkopai- kannus (mak- suliliiken- nedata)	solu, aika, (ikä, sukupuoli, kieli jne.)	ei	suuri aineisto- määrä hyvä asia, yksilötasolla tarkkuus vaihte- lee ja voi olla heikkokin	riippuu alueesta, metreistä satoihin kilometrei- hin	keskin- kertainen
Laitepohjai- nen (älypuhe- limeen asen- nettu oh- jelma)	koordinaatit, aika, nopeus, suunta, HDOP, VDOP, magneettikenttä, akun riittävyys, omistajaa koske- vat tiedot (jos henkilö antaa lu- van)	käyttäjän antamat tiedot mahdollisia ja tiedon fuusiointi mahdollista	hyvä	riippuu alu- eesta, met- reistä satoi- hin metrei- hin	hyvä
Bluetooth	paikka, aika	ei	heikko, otos har- hainen ja vaatii verkkosensoreita	hyvä	heikko
RFID (radio- taajuinen etä- tunnistus)	paikka, aika	ei	heikko, vaatii verkkosensoreita	erinomai- nen, jopa senttimet- rejä	heikko
RDS-signaali	paikka	ei	heikko	ei kovin hyvä, noin kilometri	hyvä
Videopaikan- nus (rekisteri- numeron tun- nistus)	paikka, aika, rekisteritunnus	ei ⁹	heikko, vaatii ka- meroiden verkos- ton, jos halutaan selvittää liiken- nevirrat, mene- telmään liittyy tunnistusvirheen mahdollisuus	hyvä, aivan kameran linssin edessä	heikko

⁸ HDOP tarkoittaa vaakasijainnin tarkkuuden laimennusta ja VDOP korkeussijainnin tarkkuuden laimen- nusta.

⁹ Suomessa kuitenkin rekisteritunnukset voidaan yhdistää henkilöihin ja kyselytutkimuksella kerätä lisätie- dot, kuten on tehtykin.

Teknologia	Tietosisältö	Muut tiedot	Tiedon laatu	Tarkkuus	Yhtenäisyys ja jatkuvuus
Rekisterit, kuten luottokorttitiedot	paikka, aika, henkilön identiteetti	joissakin maissa tietoihin saa yhdistää muita rekistereitä	hyvää massa-aineiston luonne, mutta yksilötasolla tieto puutteellista, ei anna katkeamattontaa tietoa liikkumisesta	Osoite-tarkkuus	heikko
Älykortit (matkakortit)	paikka, aika, henkilön identiteetti	ei	keskinkertainen	hyvä (jos käytössä geokoodatut lukijat)	keskinkertainen, riippuu toteutuksesta
Tietullit (anonyyminä tietona)	paikka, aika, ajoneuvon yksilöintitiedot	ei	heikko (vaatii kamerajärjestelmän)	hyvä, aivan kameran linssin edessä	heikko

Eri viestintäteknologioita, kuten GPS-tallentimia ja älypuhelimia, on testattu jo reilun kymmenen vuoden ajan liikkumistiedon keräämiseksi. Eurostatin suosituksissa mainitaan, että GPS-tallentimet vaativat tuekseen perinteiset menetelmät taustatietojen selvittämiseksi. Älypuhelinsovellukseen voidaan taas liittää verkkokysely. Menetelmien arvioidaan korvaavan tai täydentävän perinteisiä tutkimusmenetelmiä tulevaisuudessa. Tällä hetkellä kaksi tärkeintä ongelmaa ovat 1) vastaajat eivät täytä satunnaisuusvaatimusta ja erityisesti iäkkäät ja pienituloiset ovat aliedustettuina 2) matkoja on vaikea havaita samalla tavalla kuin ne nykyisessä ohjeistuksessa on määritelty. Toisena vaihtoehtona Eurostat mainitsee matkapuhelinverkkopaikannuksen, mikä mahdollistaa automatisoidun tiedonkeruun ja reittien tallentumisen. Tämän menetelmän heikkoutena pidetään, etteivät tulokset ole vertailukelpoisia otantatutkimuksiin nähden. Lisäksi solupaikannuksen tarkkuus vaihtelee alueittain, mikä aiheuttaa merkittävää maantieteellistä vinoutumaa aineistoon, kun lyhimmat matkat jäävät aineiston ulkopuolelle. Arvioiden mukaan älypuhelinsovellukset ja matkapuhelinverkkopaikannus eivät vaikuta varteenotettaville vaihtoehdoille tällä hetkellä, mutta kehityksen aktiivista seuraamista suositellaan. (Eurostat 2016)

Aktiiviset ja passiiviset menetelmät

Kirjallisuudessa paikannusmenetelmät jaetaan toisinaan aktiivisiin ja passiivisiin menetelmiin. Käsitteistö on jossain määrin sekavaa.

Passiivisella tiedonkeräyksellä tarkoitetaan monesti kuluttajateknologioista ja kuluttajasovelluksista kerättyä ja tallennettua tietoa. Aktiivisella tiedonkeräyksellä puolestaan tarkoitetaan sellaista tiedonkeräystä, jossa vastaajalta pyydetään suoraan vastauksia. Itse laitteet voivat olla vastaajalla jo entuudestaan käytössä olevia kuluttajille suunnattuja laitteita ja sovelluksia tai varta vasten määrättyä tutkimusta varten toimitettuja laitteita.

”Aktiivi” ja ”passiivi” eivät käsitteinä ole täysin yksiselitteisiä. Välillä näitä käytetään liikkumistutkimuksissa yksinomaan erottelemaan, onko matkatietojen keräyksessä käytetty ainoastaan mukana kulkevan laitteen tietoja (passiivi), vai onko vastaaja itse täydentänyt tietoja (aktiivi) esimerkiksi ilmoittamalla matkan tarkoituksen ja kulkutavan. Muut tiedot, kuten vastaajaa ja tämän kotitaloutta, ajoneuvoja ja asumista koskevat tiedot on tällöin kerätty aktiivisesti eli ne ovat vastaajan itse antamia.

Aktiivisella matkapuhelinverkkopaikannuksella tarkoitetaan taas kirjallisuudessa menettelytapaa, jossa vastaajat valitaan tutkimusotokseen ja heidän taustatietonsa kerätään haastattelemalla tai kyselytutkimuksessa. Lisäksi heidän ilmoittamansa matkapuhelimen sijainti saatetaan tarkistaa esimerkiksi 15 minuutin välein lähettämällä laitteeseen kohdennettu signaali. Osallistujien ei kuitenkaan itse tarvitse tässäkään menetelmässä välttämättä raportoida matkatietojaan. Passiivisella matkapuhelinverkkopaikannuksella tarkoitetaan taas matkapuhelinoperaattoreiden laskutusta varten keräämien lokitietojen hyödyntämistä liikkumisen arvioinnissa.

Selvyyden vuoksi tässä raportissa vältetään aktiivi- ja passiivikäsitteiden käyttöä ja kuvaillaan muulla tavoin tiedon keräystapaa.

2.2.2 GPS-tallentimet

Yleisimmin paikannusperusteisista menetelmistä henkilöliikennetutkimuksissa käytetään GPS-tallentimia

Laajoissa henkilöliikennetutkimuksissa käytetyimpiä menetelmiä ovat puhelinhaastattelu, käyntihaastattelu, verkkokysely ja postikysely. Silloin, kun tutkimuksissa käytetään paikannusperusteisia menetelmiä, kerätään tiedot useimmiten GPS-tallentimilla, sillä niistä saatava tieto on yleensä vuorokauden aikana katkeamatonta ja tasalaatuista. Yleensä henkilöliikennetutkimuksen päätöksen tiedot kerätään perinteisin menetelmin ja tutkimukseen varataan esimerkiksi 10 prosentin lisäotos, jolle tarjotaan GPS-tallentimia. Myös älypuhelin GPS-signaalia on hyödynnetty aivan viimeisten vuosien aikana (vertaa seuraava luku 2.2.3). Uusimmissa tutkimuksissa GPS-signaalin lisäksi välitetään tietoa myös kiihtyvyydestä liikkeelläolon ja kuluttavan päättelämiseksi. Antureita on sekä tallentimissa että älypuhelimissa. Perusideana kummassakin menetelmässä on, että väestöstä poimitaan satunnaisesti henkilöitä otokseen ja valituilta henkilöiltä toivotaan saatavan kaikesta liikkumisesta GPS-signaali ennakkoon määrättyltä ajanjaksolta.

Erillisiä GPS-tallentimia on hyödynnetty ainakin Iso-Britanniassa 2008–2009 erillisenä tutkimuksena (Anderson et al. 2009), New Yorkin ja New Jersey seudulla 2010–2011 osana henkilöliikennetutkimusta (NYMTC & NJTPA 2014), Zürichissä 2011–2012 erillisenä tutkimuksena (Montini et al. 2013), Clevelandissa 2012 – 2013 henkilöliikennetutkimuksen ainoana menetelmänä (Kang & Taylor 2013) ja Wienissä sekä Dublinissa vuosina 2013 ja 2014 erillisinä tutkimuksina (Montini et al. 2014).

Pääasiallinen käyttötapa

GPS-tallentimien pääkäyttötarkoitus on tähän asti ollut korjata matkojen kokonaismääriä vastaamaan todellisuutta. Sekä perinteiset tiedonkeruumenetelmät että GPS-tallentimet aliarvioivat kokonaismatkamääriä. GPS-tallennin voi unohtua kotiin tai vastaaja unohtaa ilmoittaa jonkun matkan. Kahta eri menetelmää yhdistäen päästään lähemmäs totuutta, silloin kun eri menetelmillä poisjäävät matkat poikkeavat toisistaan. GPS-tallentimia pidetään kuitenkin matkapuhelimiin verrattuna varmempana tiedonkeruumuotona (Wolf et al. 2014). Tietoaaineisto on yhtenäistä ja signaali pääsääntöisesti katkeamatonta, ellei käyttäjä erityisesti halua salata osaa liikkumisestaan.

Tavoitteena on, että tallentimilla voitaisiin selvittää myös matkojen tarkoitusta, kulkutapaa ja kuljettua reittiä. Viimeksi mainittu on lisätieto, josta useimmissa haastattelu- ja kyselytutkimuksissa joudutaan tinkimään. Myös arviot kokonaissuoritteesta ja kokonaismatka-ajasta voivat parantua, jos tekniikalla onnistutaan keräämään tieto liikkumisesta tai liikkumattomuudesta koko vuorokaudelta.

Yleensä vastaajaa ja tämän kotitaloutta koskevat taustatiedot kerätään paikannustutkimuksissakin puhelin- tai käyntihaastattelulla, verkkokyselyllä tai kirjekyselyllä. Monissa maissa henkilöliikennetutkimukset ovat kotitaloustutkimuksia ja laitteet jaetaan koko taloudelle. (Wolf et al. 2014). Tarvittaessa tiedonkeruujakson ollessa kestoiltaan pitkä vastaajien käyttöön on voitu luovuttaa vielä erillinen tietokone, jolla tiedot on siirretty GPS-tallentimista tietokoneelle esimerkiksi yöllä latauksen aikana. Yleensä laitteen akku on ladattava päivän parin välein, jos signaali kerätään sekunnin välein. Sekuntitiheys saattaa olla välttämätön esimerkiksi kulkutavan päättelyssä luotettavasti. Erittäin hyödyllinen tieto on myös kolmiulotteinen kiihtyvyyden.

Suomessa ja muissa Pohjoismaissa henkilöliikennetutkimukset ovat yksilötutkimuksia. Käyntihaastattelujen mittaviin kustannuksiin ei ole totuttu. Meillä käyväksi menetelmäksi on osoittautunut laitteiden postitus ja lähetyksen varustaminen palautuskuorella. Vastaajat palauttavat laitteet lähes poikkeuksetta viimeistään tätä erikseen pyydettyäessä, vaikka joskus palautus voi viivästyä. Parhaita laitteita ovat sellaiset, jotka eivät edellytä käyttäjiltä erityistoimia tai käyttöä sekoittavia ylimääräisiä painikkeita. Yleensä virta osataan kytkeä päälle, mutta esimerkiksi lähtö- ja määräpaikkojen painaminen unohtuu ihmisiltä varsin säännönmukaisesti tai lähtöpaikaksi tulkittiin kulkutavan vaihtopaikka (Rantala A. 2009).

Tiedonkeruujaksot

Tiedonkeruujaksot voivat vaihdella yhdestä päivästä useisiin viikkoihin. Useiden viikkojen tutkimuksessa GPS-tallentimen lisäksi vastaajien käyttöön on varattava keskuksikkö, esimerkiksi kannettava tietokone. Pitkillä tutkimusjaksoilla kerätään tietoja matkojen toistuvuudesta. Ajatuksena on myös ollut, että tarvittavat otoskoot pienenevät, kun tietoa kerätään usealta päivältä (Wolf et al. 2014). Näin saavutettava hyöty jää liikkumisen tilastollisia perussuureita ajatellen kuitenkin vähäiseksi. Hyöty voidaan todentaa matemaattisesti (Parsons Brinckerhoff et al. 2014). Useimpien ihmisten liikkumiskäyttäytymisessä on havaittavissa säännönmukaisuutta eli sisäkorrelaatiota: työmatkat toistuvat enemmän tai vähemmän samanlaisina päivästä toiseen ja jos yhtenä päivänä on käyty kaupassa, niin on todennäköistä, että seuraavana ei käydä. Tämä tarkoittaa, että matkojen tallentaminen yhdeltä ja samalta henkilöltä usealta päivältä lisää tiedon informaatioarvoa rajallisesti silloin, kun tutkimuksen ensisijaisena tavoitteena on arvioida keskimääräistä matkasuoritetta tai matkalukua. Informaatioarvo kahden eri ihmisen liikkumisesta yhdeltä päivältä on siis arvokkaampi kuin yhdeltä ihmiseltä kahdelta päivältä.

Kaksoistutkimus ja johdatteleva mieleenpalauttaminen (prompted recall)

Yleensä vastaajia pyydetään erikseen täyttämään matkapäiväkirja vähintään yhdeltä ennakkoon määrättyltä tutkimuspäivältä. Menetelmästä käytetään nimitystä kaksoistutkimus¹⁰. Kaksoistutkimuksessa vastaajaa pyydetään palauttamaan mieleensä¹¹ tekemänsä matkat.

Apuna käytetään karttasovellusta, jossa vastaajalle näytetään esikäsitellyt ja tallennetut matkatiedot. Tarkentavat tiedot matkoista kerätään tällöin verkkokyselyssä. Epäselvissä tapauksissa tiedot lähtö- ja määräpaikoista, matkan tarkoituksesta, mukana olleista henkilöistä, käytetyistä kulkutavoista sekä mahdollisista muista tarpeellisiksi

¹⁰ Englanniksi dual-survey

¹¹ Englanniksi prompted recall, käsitteelle ei ole vakiintunutta suomenkielistä nimitystä. Tässä julkaisussa käytetään nimitystä johdatteleva mieleenpalautus.

katsotuista taustoista voidaan selvittää haastattelemalla. Menettelyn syynä on, että tavanomaisiin GPS-tallentimien käyttötarkoituksena on ollut juuri matkamäärien korjaus. Toinen syy voi olla, että matkapäiväkirja-aineistoa on haluttu käyttää GPS-tallentimista saatavien tiedon tulkintaan liittyvien algoritmien kehittämiseen ja testaamiseen. Kolmas ja ehkä tärkein syy on, ettei vielä ole kehitetty vedenpitäviä algoritmeja, joilla matkan tarkoitus ja kulkutapa osattaisiin päätellä luotettavasti. Samat haasteet koskevat älypuhelinaineistoja. Epätasällisyydet kaksoistutkimuksissa ilmoitetuissa tiedoissa heikentävät päättelyalgoritmien laatua.

Kokemuksia

Iso-Britanniassa toteutetussa tutkimuksessa (Anderson et al. 2009) selvitettiin järjestelmällisesti GPS-tallentimien käyttöön liittyviä seikkoja pyytämällä vastaajia käyttämään tallenninta ja samalla täyttämään matkapäiväkirjaa matkoistaan. Kokemusten perusteella järjestäjät pitivät tärkeänä kattavaa ohjeistusta ja puhelimitse annettavaa tukea lisäopastusta tarvitseville.

Iso-Britannian tutkimuksen järjestäjät havaitsivat osallistumisesta annettujen ohjeiden noudattamisen olleen osalle vaikeaa. Syiksi tälle epäiltiin sitä, että vastaajat ylikuormittuivat yhtäaikaista tallentimen käytöstä ja matkapäiväkirjan täyttämistä. Toisaalta tutkimuksessa käytetyissä tallentimissa esiintyi paljon toimintahäiriöitä, mikä saattoi aiheuttaa ainakin osan huonoista tuloksista. Näihin seikkoihin perustuen järjestäjät totesivat seitsemän päivän tutkimusajan aiheuttavan melko suuren vastausrasitteen vastaajille ja he suosittelivat laitteiden testaamista etukäteen toimintahäiriöiden varalta. Tutkimus on kuitenkin melko vanha ja tallentimiksi sopivien laitteiden saatavuus ja laatu voi olla nykyään jo parempi.

Sveitsin Zürichin tutkimuksessa (Montini et al. 2013) vuosina 2011–2012 kutsuttiin puhelimitse 1134 ihmistä osallistumaan erillisten GPS-tallentimien avulla tehtävään tutkimukseen, jossa tutkittiin myös asenteiden vaikutusta liikkumistottumuksiin. Kutsutuista 16 prosenttia osallistui ja 12 prosenttia ei tavoitettu. Kieltäytyneitä oli näin 72 prosenttia. Vähintään kolme päivää paikannusaineistoa keränneet osallistujat hyväksyttiin tarkasteluun. Heitä oli 176 osallistujasta 25 eli 14 prosenttia osallistujista ja kaksi prosenttia kutsutuista. Tallentimina käytettiin MobiTest GSL-laitteita, jotka oli asetettu myös lähettämään tallennetut tiedot matkapuhelinverkon kautta.

Vastaajat pystyivät tarkistamaan ja korjaamaan matkatietonsa verkkopohjaisen työkalun avulla, mutta tutkimuksen järjestäjät joutuivat kuitenkin tarkistamaan vielä vastaajien tekemät korjaukset ja korjaamaan niitä. Järjestäjät havaitsivat toteuttamassaan korjaustyökalussa paljon kehityskohtia ja mainitsivatkin päätelmissään, että tietojen korjaustyökalun selkeys ja helppokäyttöisyys on hyvin tärkeää. (Montini et al. 2013)

Yhdysvalloissa Cincinnatin kaupungissa Ohiossa tehdyssä tutkimuksessa havaittiin, että 24 prosenttia matkoista oli sellaisia, joilla GPS-signaalilla havaittua ja vastaajan ilmoittamaa kulkutapaa ei saatu täsmäämään realistisesti. Kaksoistutkimuksen menetelmänä oli johdattelua mieleenpalauttamiseen. Prosenttiosuus on huomattavan suuri, kun otetaan huomioon, että virhe painottuu määrättyihin kulkutapoihin ja vinouttaa siksi kulkutapajakaumaa. Kulkutapajakauma on yksi henkilöliikennetutkimuksilla selvitettävistä pääsuureista, jossa päättelyn tulisi onnistua käytännössä lähes sataprosenttisesti. Täsmäämättömyyden syyt olivat

- johdattelevalla mieleenpalauttamisella vastattu kulkutapa oli mahdoton nopeuteen nähden (esimerkiksi kävelyn nopeus yli 20 km/h)
- johdattelevalla mieleenpalauttamisella vastattu matka yhdistettiin tai jaettiin virheellisesti yhdeksi tai useammaksi matkaksi (esimerkiksi lapsen vieminen kouluun merkittiin yhdeksi lenkiksi, vaikka kyseessä olisi pitänyt olla kaksi erillistä matkaa)
- käytetyksi kulkutavaksi oli merkitty ”muu”, vaikka kaikki ajateltavissa olevat kulkutavat löytyivät kulkutapalialta, kuten potkulauta
- GPS-signaalia ei löytynyt
- GPS-signaalin mukaan matka on tehty kokonaan bussireitillä ja pysähtynyt useaan otteeseen juuri bussipysäkkien kohdalla, mutta silti vastaaja ilmoitti ajaneensa autoa.
- GPS-signaalin mukaan matka on tehty henkilöautolla, mutta vastaaja korjasi tiedoksi bussin.
- johdattelevalla mieleenpalauttamisella vastattu kulkutapa poikkesi GPS-aineiston perusteella päätelystä kulkutavasta. Esimerkiksi GPS-signaalin perusteella matka on analysoitu pyörällä tehdyksi, vaikka se todellisuudessa oli tehty henkilöautolla. (Stopher et al. 2015)

GPS-aineistosta yritettiin päätellä myös matkan tarkoitusta. Johdattelevalla mieleenpalauttamisella selvitetty matkan tarkoitus¹² saatiin täsmäämään vain 40 prosentissa matkoista. Täsmäämättömyyden syitä olivat seuraavat:

- ilmoitettu tarkoitus oli tutkijoiden mielestä virheellinen annettuihin osoitetietoihin nähden
- tutkijoiden antama matkan tarkoituksen määritelmä ei ollut vastaajalle ymmärrettävä
- vastaaja kieltäytyi ilmoittamasta matkan tarkoitusta
- vastaaja virheellisesti yhdisti matkat tai jakoi matkan kahdeksi
- maankäyttötietoja ei ollut saatavilla matkan tarkoituksen päättelemiseksi, koska vastaaja ei antanut etukäteen kaikkia pyydettyjä tietoja (koulun, työpaikan ja ostospaikkojen osoitteita), jolloin päättelyalgoritmi ei pystynyt päättelemään todennäköistä matkan tarkoitusta
- matkan tarkoitukseksi oli merkitty ”muu”
- samassa paikassa useita toimintoja
- syytä eroon ei tiedetty
- vastaaja korjasi tutkijoiden mielestä virheellisesti GPS-signaalista päätellyn matkan tarkoituksen.

Lisäeroa ilmoitettujen ja GPS-signaalista pääteltyjen matkojen välillä tuotti erot vastaajan kokeman lähtö- ja määräpaikan sijainnin välillä ja siinä, oliko vastaajan mielestä GPS-signaalilla havaittua matkaa tehty lainkaan tai puuttuiko GPS-aineistosta vastaajan mielestä jokin matka kokonaan. Eroista johtuen kirjoittajat ehdottavat, että GPS-tallentimien lisäksi vastaajat kantaisivat kaulassaan pientä kameraa, joka ottaa kuvia ympäristöstä 30 sekunnin välein. Kuvat voidaan yhdistää GPS-aineistoon. Kirjoittajat

¹² Matkan tarkoitus on käsitteenä joissain tilanteissa epämääräinen ja korvataankin Suomessa nykyisin matkakohteen luonnetta ilmaisevalla kuvauksella. Hyvä, ja myös paikannusmenetelmiin sopiva, tapa on määritellä matkan tarkoitus matkan lähtö- ja määräpaikan mukaan, jolloin matkoissa erottuvat mm. kotiperäiset matkat muista matkoista. Matkan tarkoituksen määrää tällöin yksiselitteisesti lähtöpaikan ja määränpään luonne. Matkan tarkoituksen sijaan vastaajilta kysytään lähtö- ja määräpaikan tyyppiä.

mainitsevat, että kameratunnistuksella parannetaan matkojen tunnistamisen tarkkuutta. Kamera helpottaa matkojen tunnistamista GPS-signaalille haasteellisissa tilanteissa, joita ovat esimerkiksi laitteen kylmäkäynnistykset, jolloin signaali menetetään matkan alusta, kestoaltaan lyhyet etupäässä kävellessä tehdyt matkat ja kaupunkikeskustojen katukuilut. Suurten aineistojen käsittely edellyttää luonnollisesti automaattista kuvantunnistamista. (Stopher et al. 2015). Artikkelissa ei pohdita kameran käytön hyväksyttävyyttä. Siinä ei myöskään mainittu, kuinka monta päivää tutkimuspäivän ja johdattelevan mieleenpalauttamisen välillä kului aikaa. Aika on voinut olla pitkäkökin, koska kaksoistutkimuksen päiväksi oli valittu ensimmäinen tutkimuspäivä. Havainnot kuitenkin osoittavat, että ihmisten kuvaamien matkojen yhdistäminen GPS:llä tallennettuihin matkatietoihin ei ole yksinkertainen tehtävä. Nähtävästi myös ihmisten tapa hahmottaa ja jäsenellä päivän tapahtumia poikkeaa kartan tuotamasta mielikuvasta.

GPS-tallentimilla on joissakin tutkimuksissa arvioitu kerättävän 10–20 prosenttia enemmän menopaluumatkoja (tours) kuin pelkissä matkapäiväkirjatutkimuksissa. Lisäksi pysähdyksiä, kuten kulkutapojen vaihto, piipahdukset huoltoasemilla ja henkilön jättäminen kyydistä matkan varrella, tunnistetaan selvästi enemmän kuin matkapäiväkirjatutkimuksissa.

Vertailuissa on lähes mahdotonta arvioida, kuinka paljon laitteen mukana kantaminen voisi vaikuttaa innostukseen tehdä ylimääräisiä matkoja. Asia voi olla osittain tiedostamatonta. Osalla vastaajista voi olla pyrkimys olla ”hyvä tutkimushenkilö”, mikä saattaa jonkin verran lisätä liikkumista yhden tai muutaman päivän kestävässä tutkimuksessa. Tutkimusjakson ollessa useita päiviä käyttäytyminen todennäköisesti normalisoituu. Tilanne voi kääntyä jopa päinvastaiseksi ja tutkimuksen kestäessä pitkään laite voi jäädä yhä useammin kotiin tai laitetta ei viitsitä välillä ladata.

Kaksoistutkimus ei säästä kustannuksissa, vaan tällainen GPS-tutkimus on kokonaisuudessaan merkittävä lisäkustannus laitehankintoihin, rekrytointeihin, haastatteluihin tai kyselyihin ja tiedonkäsittelyihin. Menettelyä on kuitenkin perusteltu tarpeella arvioida luotettavasti kokonaismatkatuotosta. GPS-tallentimet tarjoavatkin tähän hyvän täydentävän aineiston. Varsinkin avaimenperään kiinnitettyä laite kulkee kätevästi mukana kodin ulkopuolella. Signaali on yleensä myös katkeamatonta, jolloin voidaan olla kohtuullisen varmoja, että kaikki matkat tallentuvat.

Matkamäärien korjaamisen lisäksi GPS-tallentimilla kerättyä tietoa on käytetty mallintamisen apuvälineenä aktiviteettimallien rakentamisessa, reitinvalinnan ja kulkutavan analysoinnissa, sekä kävelyn ja pyöräilyn mallintamisessa.

Suomessa henkilörekisterin ylläpitoon liittyvä periaate edellyttää, että vastaajien on voitava tarkistaa heistä tallennetut tiedot ja pyytää tarvittaessa oikaisua virheellisistä tiedoista. Käytännössä tämä merkitsee, että vastaajille jaetaan joko paperitulosteena tai yksilöidyn verkko-osoitteen kautta mahdollisuus tutustua GPS-tallentimella kerättyihin tietoihin kartalla.

Joissakin GPS-tallennintutkimuksissa on kokeiltu mahdollisuutta kerätä aineistoa kysymättä tietoja matkoista. Näissä matkoja koskevat tiedot on pyritty päättelemään GPS-tallentimen tiedoista. Sydneyssä tehtiin 2009–2010 ”vain GPS”-tutkimus. Tutkimukseen osallistui noin 2600 kotitaloutta, joista 2000 hyväksyttiin. Tutkimuksessa 12 vuotta täyttäneille kotitalouden jäsenille jaettiin GPS-tallennin, joita heidän oli tar-

koitus kuljettaa mukanaan kolmen vuorokauden ajan. Tämän lisäksi noin 600 kotitaloutta osallistui kaksoistutkimukseen. (Stopher et al. 2013). Vastausasteita tai otantamenettelyä ei mainita.

Tyypiesimerkkeinä Yhdysvalloissa toteutetuista GPS-tallennintutkimuksista voidaan mainita seuraavat (Wolf et al. 2014):

- Kalifornian osavaltion kotitalouspohjainen liikkumistutkimus.
 - Tutkimukseen rekrytoitiin kaikkiaan 42 500 kotitaloutta. Pääosa vastaajista osallistui perinteiseen matkapäiväkirjatutkimukseen.
 - Tutkimukseen sisältyi sekä pitkien matkojen matkapäiväkirjatutkimus pidemmältä aikajaksolta että yhden päivän kaikkia matkoja koskenut matkapäiväkirjatutkimus.
 - Otoksesta noin 5 700 taloutta osallistui GPS-tallennintutkimukseen. Tutkimus toteutettiin kaksoistutkimuksena. Vastaajat täyttivät matkapäiväkirjat, kuljettivat mukanaan vaatteisiin tms. kiinnitettävää päällä pidettävää GPS-tallenninta ja pitivät autoissaan toista tallenninta, joka oli GPS-signaalin lisäksi varustettu ajoneuvon käyttäytymistä mittaavilla sensoreilla (OBD-diagnostiikalla¹³).
- Atlantan alueellinen liikkumistutkimus.
 - Tutkimukseen rekrytoitiin kaikkiaan noin 10 000 kotitaloutta. Tutkimus toteutettiin puhelimitse, tietokoneavusteisena ja matkapäiväkirjat oli mahdollista palauttaa lisäksi postitse.
 - Tästä joukosta noin 700 kotitaloutta osallistui GPS-tallenninavusteiseen ajoneuvotutkimukseen 7 vuorokauden ajan. Noin 300 kotitaloutta puolestaan osallistui 3 päivää kestäneeseen matkojen GPS-tallennukseen. Kaikille 16–75-vuotiaille annettiin vaatteisiin tms. kiinnitettävä tallennin. Matkatutkimukseen osallistuneille kotitalouksille annettiin lisäksi tehtäväksi täyttää matkapäiväkirja ensimmäiseltä tutkimuspäivältä. Kyse oli siis kaksoistutkimuksesta. GPS-laitteet ohjattiin niille kotitalouksille, jotka esikyselyssä ilmoittivat joskus käyttävänsä joukkoliikennettä työ- tai koulumatkoillaan.
 - Atlantan alueellisessa tutkimuksessa palkkio oli kutakin henkeä tai tarkkailtua ajoneuvoa kohti 25 dollaria. Palkkiota maksettiin niille, jotka osallistuivat GPS-tallennukseen.
- Clevelandin kaupunkiseudun tutkimus.
 - Kaupunkiseudulla toteutettiin 2012–2013 yksi harvoista GPS-tallennintutkimuksista, joissa suuri osa käytti vain GPS-tallenninta vastaamatta matkapäiväkirjatutkimukseen.
 - Tutkimukseen rekrytoitiin noin 4 500 kotitaloutta. Kaikilta vastaajilta kerättiin taustatiedot rekrytoinnin yhteydessä.
 - Kotitalouksista 30 prosenttia osallistui kaksoistutkimukseen, jossa matkatiedot kerättiin uudella yhteydenotolla puhelinhaastattelulla tai tietokoneavusteisesti. Nämä vastaajat kuljettivat mukanaan myös GPS-tallenninta.
 - Kotitalouksista 70 prosenttia käytti kolmen tai neljän päivän aikana GPS-tallenninta, raportoi tallentimen käytön onnistumisesta ja palautti GPS-tallentimen. Heidän ei tarvinnut täyttää matkapäiväkirjaa. Matkoja koskeneet tiedot arvioitiin tekemällä päätelmiä vastaajien antamista taustatiedoista,

¹³ OBD (On-Board Diagnostics) on autotekniikan alalla käytettävä termi, jolla tarkoitetaan ajoneuvon itse-diagnostiikka- ja raportointikykyä. OBD-järjestelmä tarjoaa ajoneuvon omistajalle, huoltajalle tai korjaajalle pääsyn sen oman ajoneuvotietokoneen tallentamiin tietoihin useiden eri osajärjestelmien osalta.

maankäyttötiedoista, erikseen kysytyistä ja geokoodatuista osoitteista ja GPS-tallentimista kerätyistä tiedoista.

- Tutkimuskysymysten määrä pyrittiin muutenkin minimoimaan. Siten Clevelandin kaupunkiseudun tutkimus edustaa minimalistista lähestymistapaa kotitaloustutkimuksissa.

Mistään tutkimuksesta ei löytynyt tietoa siitä, kuinka moni suostui osallistumaan ja kuinka moni kieltäytyi, sillä vastausasteita ei ole raportoitu.

Taulukkoon 3 on koottu osallistujilta kysytyjen kysymysten kokonaismäärät.

Taulukko 3. Eräiden GPS-tallentimia hyödyntäneiden tutkimusten kysymysmäärät (Wolf et al. 2014) sekä vertailutietona vuoden 2016 valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen (HLT2016) kysymysmäärät.

	Califor- nia	Atlanta	Cleveland		HLT2016
			kaksois- tutkimus	vain GPS	
Kotitaloutta koskeneet kysymykset	25	15	8	8	7
Henkilöä koskeneet taustatiedot	97	85	83	83	30
Ajoneuvoja koskeneet kysymykset	27	13	5	5	3
Sijaintia, paikkaa, matkaa ja aktiviteettia koskeneet kysymykset	45	36	34	0	18
Pitkien matkojen kysymykset	47	0	0	0	23
Yhteensä	241	149	130	96	80

Edellä mainittujen GPS-tallennintutkimustyyppien lisäksi Yhdysvalloissa Maricopan piirikunnassa on käynnissä tutkimus, jossa tavoitteena on kerätä 7000 kotitaloudelta tiedot matkoista joko älypuhelimella tai GPS-tallentimella (Maricopa Travel Survey 2016)

Suomen valtakunnallisessa henkilöliikennetutkimuksessa kysymyksiä on vähemmän kuin Clevelandin minimalistiseksi nimetyssä ”vain GPS”-tutkimuksessa, vaikka Suomen tutkimus sisältää myös pitkät matkat. Pitkiä matkoja koskeviin kysymyksiin ei tosin mieleenpalauttamistarpeen vuoksi ole yhtä nopeaa vastata kuin yleensä taustatietokysymyksiin. Kappalemäärää oleellisempaa on vastaamiseen kuuluva aika, mutta vertailua voidaan pitää suuntaa-antavana.

Jos Suomessa haluttaisiin toteuttaa tällainen ”vain GPS”-tutkimus, kannattaa vastaajaa koskevien taustatietokysymysten määrä todennäköisesti kasvattaa suureholla määrällä lisäkysymyksiä, jotta näiden taustatietokysymysten ja GPS-tietojen pohjalta voitaisiin päätellä paremmin vastaajan tekemien matkojen syitä ja käyttämiä kulkutapoja, kuten Clevelandin alueella. Lisäkysymykset kasvattavat kuitenkin vastaamisesta aiheutuvaa vaivaa.

Yhdysvalloissa perinteisten matkapäiväkirjatutkimusten kustannukset ovat vaihdelleet 150–225 dollarin välillä yhtä vastannutta kotitaloutta kohti. Kaksoistutkimuksissa GPS-menetelmä lisää edellä mainittuja kustannuksia vielä 200–350 dollaria. ”Vain GPS”-tutkimusten hinnat ovat olleet 300–500 dollaria kotitaloutta kohti. (Wolf et al. 2014) Annettuihin hintahaarukoihin vaikuttavat muun muassa otoskoot, tutkimuksen kokonaiskesto, tutkimuksen tukemien kieliversioiden määrä, ennakoitujen vastausasteet, vastaajille maksetut palkkiot, GPS-tiedonkeruujakson pituus sekä monikanavaisen yhteydenpidon tarve. Yhdysvaltalaisessa tutkimusmittakaavassa laitekustannukset ovat selvästikin kokonaiskustannuksiin nähden suhteellisen pienet. Laitetyypistä riippuen kustannukset voisivat olla 4–5 dollaria kutakin vastannutta kohti. Tässä on otettu huomioon, että laitetta voidaan kierrättää tutkimuksen aikana usealla vastaajalla. Hintatasoa perinteisiin matkapäiväkirjatutkimuksiin nähden nostaa rekrytointityö ja tarve opastukseen ja ohjeistukseen sekä erityisesti GPS-aineiston vaatima käsittelytarve. Raaka-aineistosta on vielä muodostettava mielekästä tietoa matkoista.

Suomalaisiin henkilöliikennetutkimuksiin nähden yhdysvaltalaisien tutkimusten hinnat ovat huomattavan korkeita. Hintaa nostaa kysymysten suuri määrä ja tutkimuksen kohdentaminen kotitalouksiin yksittäisten henkilöiden sijaan. Lisäpiirre Yhdysvalloissa on myös rekisteriaineistojen yhdistelyn mahdollisuudesta johtuva vaikeus tavoitella vastaajia. Yksilötutkimus on tilastollisessa mielessä tehokkaampi menetelmä silloin, kun tutkimuksen pääsuuret koskevat matkaa ja liikkumattomuutta. Yhdysvalloissa kiinnostus nähtävästi kohdistuu perinteisesti perheenjäsenten keskinäiseen yhdessä ja erikseen toimimiseen ja liikkumiseen. Tilastolliset pääsuuret ovat kuitenkin samat kuin meillä ja muuallakin. Liikkumista taustoitetaan etnisillä tekijöillä, varallisuudella, asumisella ja autonomistuksella. Eroavaisuutena Suomeen on, että ajoneuvotutkimus toteutetaan yleensä samassa yhteydessä. Indikoidut hinnat eivät viittaa siihen, että GPS-tallentimiin perustuvat tutkimukset tulisivat nykyoloissa perinteisiä menetelmiä edullisimmiksi.

2.2.3 Älypuhelinsovellukset

Älypuhelinsovelluksia on hyödynnetty ainakin Uudessa-Seelannissa henkilöliikennetutkimuksen yhteydessä, Itävallassa vuonna 2013 erillisenä tutkimuksena (Berger et al. 2014), Tsekissä vuosina 2013–2014 osana henkilöliikennetutkimusta (Kouril et al. 2014), Wienissä sekä Dublinissa vuosina 2013 ja 2014 erillisenä tutkimuksena (Montini et al. 2014), Singaporessa vuonna 2014 HITS-henkilöliikennetutkimuksen rinnalla (Zhao et al. 2014), Sydneyssä vuonna 2014 osana terveys- ja liikkumistutkimusta (Greaves et al. 2014) ja Indianassa vuonna 2015 erillisenä tutkimuksena (Greene et al. 2016).

Future Mobility Survey (FMS) Singaporessa

Singaporessa hyödynnetty Future Mobility Survey (FMS) on hyvin pitkälle viety liikkumistiedon keruujärjestelmä, joka tuottaa tarkkaa ja yksityiskohtaista liikkumistutkimustietoa. Järjestelmää tutkittaessa havaittiin, että kustannukset eivät kasva merkittävästi, vaikka älypuhelin-tiedonkeruuta pidennettäisiin usean päivän mittaiseksi. Näin toimimalla saadaan esiin tieto vastaajien tyypillisen päivän liikkumisesta. (Zhao et al. 2015) Sen sijaan matkojen määrän, vuorokauden kokonaismatkasuoritteen ja liikkumiseen käytetyn kokonaismatka-ajan, matkojen keskipituuden ja keskimääräisen matka-ajan kannalta tiedon katkeamattomuus yhtenä tutkimuspäivänä on tärkeämpää kuin mahdollisuus usean päivän tiedonkeruuseen. FMS:llä tehdyssä liikkumistutkimuksessa aiheutui vääristymiä aineistoon, koska sen menetelmässä vastaajat valitsivat itse päivät, joista kerätyn tiedon he tarkistivat ja korjasivat (Carrion et al. 2014). Singaporen

järjestelmään (Zhao et al. 2014) kuului mahdollisuus korjata matkoja. Se ei ollut käytävissä mobiililaitteilla. Tutkimuksesta ei löydy mainintaa, miten moni korjasi virheellisiä tietojaan.

Singaporen järjestelmän kaltaista ratkaisua on käytetty myös USA:ssa Indianassa. Konsulttitoimisto RSG on siellä kehittänyt rMove-sovelluksen. Sovellus kerää liikku mistutkimustietoa älypuhelimien avulla hyödyntäen sensorien lisäksi vastaajille esitettäviä kysymyksiä. Näitä kysymyksiä esitettiin aina matkojen päätyttyä ja päivän päätteeksi, mutta vastaajat saivat vastata niihin milloin vain niiden esittämisen jälkeen. Kehitystyössä keskityttiin vastausrasitetta pienentäviin seikkoihin, koska haluttiin mahdollistaa pitkät tutkimusajat.

Käyttäjien kokemuksia rMove-tutkimuksesta Yhdysvaltain Andersonissa

Toukokuussa 2015 Andersonin kaupungissa järjestettiin rMove-järjestelmällä liikkumistutkimus, jossa tutkimusaika oli 7 päivää kullekin vastaajalle. Rekrytointikysely lähetettiin edellisessä henkilöliikennetutkimuksessa kiinnostuksensa osoittaneille 1427 kotitaloudelle. Näistä 20 prosenttia (478 vastaajaa 288 kotitaloudesta) kutsuttiin lataamaan älypuhelinsovellus laitteisiinsa.

Ensimmäiseen tutkimuspäivään mennessä 275 vastaajaa 186 kotitaloudesta oli ladan nut sovelluksen ja tutkimusaikana määrä nousi vielä 295 vastaajaan 200 kotitaloudesta. Kaikkien matkojensa kaikkiin kysymyksiin vastasi lopulta 240 vastaajaa. Jälki kyselyllä selvitettiin sekä sovelluksen ladanneiden vastaajien että muiden kutsuttujen kokemuksia uudella menetelmällä toteutetusta tutkimuksesta. Vastaajista 105 oli ladan nut sovelluksen ja 20 ei. Vastaamatta jätti 66.

Vastanneet kokivat sovelluksen helppokäyttöiseksi ja melko monet vastaajista vastasivat kysymyksiin hyvin pian niiden esittämisen jälkeen. Tulevaisuuden kehitystarpeina järjestelmälle mainittiin akunkulutuksen pienentäminen, virheellisten tunnistusten vähentäminen ja hyvän keinon kehittäminen tunnistamatta jääneiden matkojen kirjaamiseksi. Jatkokehityksessä halutaan kuitenkin säilyttää sovelluksen helppokäyttöisyys, jota jälkikyselyn vastauksissa oltiin keuhuttu. (Greene et al. 2016) Tulosten mukaan

- 87 % mielestä osallistuminen oli helppoa
- 31 % ilmoitti sulkeneensa GPS:n tai wifin akun säästämiseksi silloin tällöin
- 6 % ilmoitti sulkeneensa GPS:n tai wifin suojellakseen yksityisyyttään
- 62 % vastasi kysymyksiin heti
- 60 % vastasi usean matkan kysymyksiin kerralla
- 25 % vastasi kysymyksiin odottaessaan esim. jonottaessa
- 21 % vastasi koko päivän matkojen kysymyksiin päivän päätteeksi
- 1 % (1 vastaaja) vastasi kysymyksiin vasta useamman päivän jälkeen

Australian Sydneyn terveys- ja liikkumistutkimus

Sydneyn terveys- ja liikkumistutkimuksen yhteydessä käytetty älypuhelinsovellus (Greaves et al. 2014) poikkesi muista vastaavista sovelluksista siten, että se ei tallentanut GPS-sijainteja, vaan pelkästään älypuhelimien verkkopaikannuksen ja WiFi-paikannuksen tuottamia sijainteja. Tämä oli Sydneyssä hyvä ratkaisu, koska tutkimus kohdistui vain kaupungin raskaasti rakennettuun keskusta, jossa GPS:n kuuluvuus on huono (nk. urbaanit kanjonit). Lisäksi GPS:n käytön pois jättäminen pienensi sovelluksen akunkulutusta merkittävästi.

Greavesin tutkimuksessa havaittiin, että monet Sydneyn tutkimuksen vastaajista tarkistivat ja korjasivat matkojensa tietoja käyttäen mukana kannettavaa laitetta (Greaves et al 2014). Laadun kannalta on siis hyvä, jos tietojen tarkistaminen ja korjaaminen mahdollistetaan myös näillä laitteilla.

Uuden-Seelannin älypuhelinpilotti

Uudessa-Seelannissa on käytetty älypuhelinsovellukseen perustuvaa SITTS-järjestelmää erillisessä pilottitutkimuksessa kansallisen henkilöliikennetutkimuksen yhteydessä. Tähän SITTS-järjestelmään kuuluu ATLAS II -niminen älypuhelinsovellus, joka on saatavilla vain Applen iOS-alustalle. Järjestelmän merkittävimpinä ominaisuuksina nostetaan esiin akun säästäminen matkojen alkamisen ja loppumisen tunnistuksen avulla sekä käyttöohjeen tarjoaminen sovelluksessa. Akun säästäminen toteutettiin kuitenkin tavalla, joka aiheutti matkojen alkuihin noin 400 m pitkän tunnistamatta jääneen osuuden. Tarjottu ohjeistus oli tekstimuotoinen, mutta lähes kaikki vastaajat kuitenkin oppivat käyttämään sovellusta ilman yhteydenottoa järjestäjiin. Järjestelmä tarjoaa osallistujalle myös toiminnon matkojen katseluun sekä selaimessa että älypuhelinsovelluksessa. Älypuhelinsovelluksen tausta-ajon toteuttamisen haasteellisuutta on käsitelty tutkimuksessa avoimesti. Keskimääräinen matkaluku havaittiin suuremmaksi kuin vastaavassa perinteisessä tutkimuksessa. Muita pilottitutkimuksen tuloksia olivat (Safi et al. 2015)

- 186 iPhone-käyttäjää kutsuttiin
- 77 asensi sovelluksen ja loi profiilin
- 95 % asentaneista tallensi matkansa ainakin yhdeltä päivältä
- 84 % asentaneista tallensi matkansa ainakin kolmelta päivältä (tutkimuspäivien määrä)
- 71 % jatkoi matkojen tallentamista vielä vaadittujen päivien jälkeenkin

Akunkulutus ja sijainnin tarkkuus

Älypuhelinsovelluksia ja älypuhelimien paikannustekniikoita on vertailtu Liu et al tutkimuksessa kokoamalla yhteen aiempaa tutkimustietoa (Liu et al 2016). Tutkimuksessa kerättyjä paikannusmenetelmien ominaisuuksia on esitetty taulukossa 4. Tutkimuksessa tehtiin merkittäviä havaintoja sovellusten akunkulutuksesta. Kaikilla nykyisillä matkatietoa keräävillä älypuhelinsovelluksien kehittäjillä on ollut vaikeuksia käytännön toteutuksessa ja niistä merkittävimpiä on akunkäytön pienentäminen. Akunkulutus on kriittinen älypuhelimissa, sillä puhelinta käytetään päivän aikana moniin eri tarkoituksiin toisin kuin GPS-tallentimia. Vastaajat saattavat lopettaa sovelluksen käytön, mikäli akku uhkaa tyhjentyä. Puhelimen käyttöjärjestelmä voi myös sammuttaa sovelluksen käyttäjän havaitsematta, jolloin sovellusta ei välttämättä käynnistetä uudelleen seuravan matkan alkaessa. GPS-tallentimien akut riittävät yleensä 1–3 päivää signaalitiheydestä riippuen.

Laitteen sijainnin seuraaminen epätarkkana ja harvemmillä aikaväleillä kuluttaa vähemmän akkua, mutta on tyypillisesti heikentänyt saatavan tiedon laatua. Tämän vuoksi kehittäjät ovat aina joutuneet tekemään kompromisseja sijaintitiedon laadun ja akunkulutuksen välillä. Erääksi ratkaisuksi on havaittu sijainnin seuraamisen katkaiseminen kiihtyvyysensorista saatavien arvojen perusteella vastaajan ollessa paikallaan.

Taulukko 4 Eri paikannustekniikoiden ominaisuuksista (Liu et al 2016).

Menetelmä	Sijainnin virheen vaihteluväli, metriä	Sijainnin virheen mediaani, metriä	Akunkulutus, mW
Matkapuhelinverkko-paikannus	30 – 2731	599	~55
WiFi -paikannus	16 – 562	74	~110
GPS-paikannus	0,4 – 16,6	6,9	Ulkona ~360 Sisällä ~430

Osallistumishalukkuudesta ja asenteista

Osallistumishalukkuutta ja asenteita älypuhelinsovellusta hyödyntäviin liikkumistutkimuksiin on tutkittu opiskelijoille suunnatussa kyselytutkimuksessa (Assemi et al. 2016). Vastaajilla oli mahdollisuus osallistua erilliseen liikkumistutkimukseen, jossa hyödynnettiin myös Uudessa-Seelannissa käytettyä ATLAS II -sovellusta syyskuussa 2014. Tutkimukseen osallistui 199 opiskelijaa. Heistä 164 käytti sovellusta ja ilmoitti ainakin yhden matkan ja 142 vastasi tuntemuksia ja asenteita selvittäneeseen jälkikyselyyn. Helppokäyttöisyydellä ja hyödyllisyydellä havaittiin olevan merkittävä vaikutus vastaajien kokemaan tyytyväisyyteen ja osallistumishalukkuuteen. Tutkimus antoi myös viitteitä siihen, että vastaajien motivoimiseksi on tärkeää tuottaa heille hyödyllistä tietoa tai palveluita käytettävällä älypuhelinsovelluksella. Esimerkiksi tietoturvaan ja yksityisyyteen liittyvällä riskin tunteella ei havaittu olevan merkittävää vaikutusta opiskelijoiden osallistumishalukkuuteen. Tutkimuksen tuloksia ei voida yleistää koko väestöön.

Älypuhelinsovelluksilla ja GPS-tallentimilla kerättyä aineistoa pidetään yleisesti luotamuksellisena (Kang & Taylor, 2013; Berger et al. 2014). Vastaajille on tärkeää anonyymiyys sekä kontrolli omista tiedoista ja niiden käytöstä, mihin voidaan lukea myös GPS-tallentimen käytön vapaaehtoisuus. Lisäksi käyttöehtojen tiedostaminen ja niihin suostumisen antaminen etukäteen vähentävät huolta yksityisyydestä. (Berger et al. 2014; Anderson et al. 2009)

Kahdessa tutkimuksesta kerrotaan muistutusviestien lähettämisestä osallistujille, mutta kokemukset niistä vaihtelivat. Sydneyn tutkimuksessa (Greaves et al. 2014) havaittiin, että muistutukset olivat tärkeitä, mutta käytettävyydestä tutkimuksen sisältäneessä itävaltalaistutkimuksessa (Berger et al. 2014) todettiin, että muistutukset ovat melko tehottomia ja monet osallistujat pitivät niitä ärsyttävinä. Tutkimuskokonaisuuden huolellinen suunnittelu onkin ratkaisevaa. Eräänä kannustimena huolelliseen ja kattavaan tiedonkeruuseen voisi toimia myös riittävän tuntuva osallistumispalkkio.

2.2.4 Suunnistuslaitteet ja -sovellukset

Suunnistuslaitteella (navigaattoreilla) tarkoitetaan joko erillisiä mukana kannettavia tai kulkuvälineeseen kiinteästi asennettavia paikannus- ja karttasovelluksia laitteineen. Tällaisia ovat esimerkiksi ajoneuvojen suunnistuslaitteet (kuten TomTom) sekä retkeilijöiden, veneilijöiden, metsästäjien ja pyöräilijöiden käyttämät suunnistuslaitteet ja -sovellukset. Yhdensuunnistussovelluksia ovat myös matkan ennako-suunnitteluun tarkoitetut joukkoliikenteen reittioppaat ja karttasovellukset (kuten Google Maps).

Suunnistuslaitteet on tarkoitettu reittiopastukseen ja ajoneuvoliikenteessä reaaliaikaisen liikennetiedon välittämiseen. Liikennetiedon tuottamisessa odotukset kohdistuvat tieverkon toimivuustarkasteluihin ja toistuvien liikkumistottumusten identifiointiin.

Suunnistuslaitteilla ja -sovelluksilla pystytään nykytilanteessa arvioimaan melko hyvin matka-aikaa liikenneverkolla kulloisessakin liikennetilanteessa. Sen sijaan matkojen toistuvuudesta ja käytetyistä reiteistä saatua tietoa pidetään harhaisena. (Wolf et al. 2014). Käyttäjät aktivoivat suunnistuslaitteita ja -sovelluksia monesti vain silloin, kun kaipaavat reittiopastusta. Tämä tarkoittaa puolestaan epäsäännöllistä ja tavanomaisesta poikkeavaa liikkumistapaa.

Matkan ennakkosuunnitteluun tarkoitetuista joukkoliikenteen reittioppaista ja kartta-sovelluksista on todettu, etteivät ihmiset noudata annettuja reittiohjeita. (Wolf et al. 2014) Myös näitä sovelluksia käytetään monesti tavanomaisesta poikkeavan matkan suunnitteluun. Jos, tutkimuskohteena on juuri tavanomaisesta poikkeavat matkat ja esimerkiksi tähän liittyvät tietotarpeet, voivat nämä menetelmät tarjota erinomaista aineistoa tutkittavaksi.

2.2.5 Radiotaajuinen etätunnistus

Radiotaajuinen etätunnistus on menetelmä tiedon etälukuun ja -tallentamiseen käyttäen RFID-tunnisteita eli tageja. Tagi tai saattomuisti on pieni laite, joka voidaan sisällyttää tuotteeseen valmistusvaiheessa tai liimata siihen jälkikäteen tarralla. Eläimiin tai ihmisiin siru voidaan injektoida ihon alle tai kiinnittää korvalapulla. Myös uusissa biometrisissä passeissa on RFID-siru. Liikenteessä radiotaajuista etätunnistusta käytetään muun muassa matkakorttijärjestelmissä ja tietullimaksujen keräämisessä. Alun perin eläimille suunniteltuja RFID-siruja on istutettu myös ihmisiin. Siruilla valvotaan pääsyä esimerkiksi potilastietoihin, rakennuksiin tai määrätylle tietokoneelle. Tekniikassa nähdään yksityisyydensuojan loukkaamiseen liittyviä kysymyksiä. Voidaan pohdita esimerkiksi, onko eettistä lukea tunnisteita ihmisten tietämättä siitä.

Joukkoliikenneoperaattorit ja tietullien kerääjät ovat käyttäneet tekniikkaa järjestelmän toimivuuden arviointiin, liikennekysynnän mittaamiseen ja tyytyväisyystutkimuksiin.

Montrealin joukkoliikenteen automaattisen rahastusjärjestelmän aineistoja on käytetty panelitutkimusaineiston omaisesti tutkittaessa yksilötasolla matkustustiheyden vaihteluja päivästä toiseen, rakenteellisia muutoksia matkustuskäyttäytymisessä vuodenaikojen välillä ja muutoksia kahden vuoden aikana. Montrealin matkakorttijärjestelmän maksukortit perustuvat sekä etälukulippuihin että magneettiraitalippuihin. (Chu 2014). Järjestelmä edellyttää lipun kirjaamista vain matkan lähtöpäässä. Aineiston hyödyntäminen ei edellytä mitään ylimääräistä tiedonkeruuta matkakorttien haltijoilta.

Tutkimuksessa esitettiin menetelmä, miten kokonaisaineistosta voidaan poimia edustava otos, josta analyysi on mahdollista tehdä. Tutkimuksessa verrattiin aktiivisten matkakorttien määrän ja käytön välisiä eroavaisuuksia.

Aineistoa käytettiin matkustuskokemuksen arviointiin. Ajatuksena oli, että matkustajan kokemus joukkoliikenteestä syntyy useiden käyttökokemusten perusteella ja tätä tietoa voidaan käyttää myös liikenteen mallintamisessa. Aineistosta pystyttiin mm. päättämään todennäköisyys, jolla matkustaja joutuu seisomaan, ja yhdistämään tämä tieto kunkin matkakortin haltijan matkustusprofiiliin. (Chu & Lomone 2015).

Montrealin aineistoa on käytetty myös matkapäiväkirja-aineiston ja matkakorttiaineiston vertailuun. Tutkijat havaitsivat aineistoissa seuraavia eroavaisuuksia (Spurr et al 2016):

- Säännölliset joukkoliikennematkustajat käyttivät eri vuorokausina eri joukkoliikennevuoroja, vaikka matka muuten oli toistuva. Matkapäiväkirjatutkimuksessa he eivät välttämättä ilmoittaneet juuri vaaditun päivän lähtöaikaa.
- Joukkoliikenteen satunnaiskäyttäjät eivät välttämättä raportoineet kaikkia matkojaan. Epäselväksi jäi, johtuiko tämä siitä, että joku toinen henkilö käytti matkakorttia esimerkiksi illalla, vai oliko kyse todella matkapäiväkirjassa raportoimattomasta matkasta.
- Matkapäiväkirjatutkimuksessa raportoitiin toisinaan tyypillinen matkustuskäyttäytyminen valitun päivän sijaan.

Etätunnistuksen soveltamisesta osana kaikki kulkutavat kattavaa henkilöliikennetutkimusta ei ole löytynyt kirjallisuutta, eivätkä nykyiset maksujärjestelmät kata kaikkia liikkumismuotoja. Mahdollinen yhteys voisi toki löytyä yhdistämällä vastaajien luvalla matkakorttiaineiston tiedot yksilötasolla henkilöhaastatteluaineistoon. Menetelmä tarjoaisi mahdollisuuden tutkia joukkoliikennematkojen toistuvuutta suhteessa vastaajan ominaisuuksiin, kuten asuinpaikkaan, työssäkäyntiin ja muuhun sosioekonomiseen taustaan. Nämä taustatiedot selvitetään henkilöliikennetutkimuksessa yleensä melko seikkaperäisesti.

2.2.6 Automaattinen ajoneuvonpaikannus- ja seurantajärjestelmä

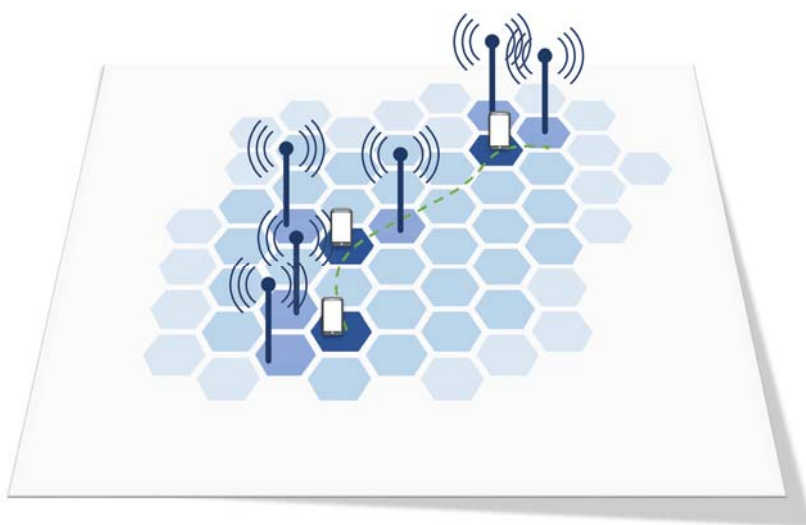
Automaattisia ajoneuvonpaikannusjärjestelmien keräämiä tietoja on yhdistetty matkakorttijärjestelmien tietoihin. Kun matkakorttijärjestelmästä saadaan tieto matkustajan kotiosoitteesta ja automaattisesta ajoneuvonpaikannusjärjestelmästä tieto käytetystä joukkoliikennevälineestä, pystytään tietojen avulla päättämään varsin monipuolisesti lähtö- ja määräpaikkojen välisiä joukkoliikennematkoja. Tieto kotiosoitteesta ei edes ole täysin välttämätön, vaan paljon voidaan päätellä myös matkojen ajankohdan ja maankäyttötietojen pohjalta. Edellytyksenä toki on, että matkustaja leimaa matkakortin aina joukkoliikennettä käyttäessään. Suomessa tämä ei nykyjärjestelmässä ole välttämätöntä muualla kuin busseissa.

Paikannusjärjestelmillä voidaan seurata määrätyn tyyppisten ajoneuvojen kuten busien, taksien, hälytysajoneuvojen, huoltoajoneuvojen tai kuljetusyritysten ajoneuvojen liikkeitä. Tietoja käytetään esimerkiksi arvioitaessa joukkoliikenteen täsmällisyyttä. Käytöstä osana henkilöliikennetutkimusta ei ole löytynyt kirjallisuutta, mutta luonnollisesti aineistot tarjoavat mahdollisuuksia esimerkiksi taksiliikenteen mallintamiseen.

Etelä-Koreasta Soulusta kerättiin digitaalisista ajopiirtureista tiedot 27 miljoonasta taksimatkasta. Taksityhtiöt käyttävät digitaalista ajopiirturia seurantatarkoituksiin ja liiketoiminnan johtamiseen. Aineistosta saatiin tiedot asiakkaan noutopaikoista, jättöpaikoista, taksikyydin hinnasta ja ajettujen matkojen pituuksista. Malli ennustaa taksimatkojen kysyntää eri puolilla kaupunkia (Nam et. al. 2016)

2.2.7 Matkapuhelinverkkojen sijaintiin perustuvat menetelmät

Älypuhelimien jokaisesta puhelusta, tekstiviestistä, sähköpostin tai sääennusteen tarkistuksesta sekä uutisen lukemisesta, musiikin kuuntelusta ja videon katselusta jää sijaintijälki. Lisäksi puhelimet kytkeytyvät verkkoon automaattisten sähköpostitarkistusten ja ohjelmapäivitysten yhteydessä. Operaattorit päivittävät matkapuhelinten sijainnin automaattisesti säännöllisin (esimerkiksi 2 tunnin tai 6 tunnin) väliajoin, sillä ne tarvitsevat tiedon jokaisen puhelimen sijainnista, jotta puhelin yhdistyy järkevässä ajassa matkapuhelinverkkoon milloin tahansa käyttäjä sattuu tarvitsemaan yhteyttä (kuva 2). Operaattorit keräävät myös maksuliikennettä varten tietoja, joista voidaan päätellä sijaintia. Matkapuhelinverkkotiedon etuna on maantieteellinen kattavuus. Lisäksi matkapuhelimilla voidaan seurata kaikkea liikkumista kulkutavasta riippumatta. Koska nykyisin melkein jokaisella on matkapuhelin, kattaa aineisto lähes koko väestön. (Smoreda et. al. 2013)



Kuva 2 Puhelimen paikantumen matkapuhelinverkon soluihin.

Matkapuhelimet paikantuvat yhä useammin matkapuhelinverkkoon, kun niiden käyttö on monipuolistunut. Maailmalla on arvioitu paikkakuntien välisiä liikennevirtoja jo yli 15 vuoden ajan matkapuhelinverkkotiedoin. Suomessa tämä voisi tarkoittaa esimerkiksi kaupunkiseutujen välisen matkamatriisin muodostamista.

Henkilöliikennetutkimukset soveltuvat erinomaisesti liikkumiskäyttäytymisen tunnistamiseen ja mallintamiseen, mutta havaintomäärät ovat riittämättömiä matkamatriisien muodostamiseen. Henkilöliikennetutkimuksiin pohjautuvia liikennemalleja voidaan toki käyttää apuna nykytilanteen matkamatriisien arvioinnissa ja tuloksia yrittää sovittaa liikennelaskentoihin tai määräpaikkatutkimuksiin, mutta edelleenkin jää epäily luotettavuudesta. Matkapuhelinverkoaineisto tarjoaa mahdollisuuden havainnoida liikennevirtoja.

Esimerkiksi Virossa matkapuhelinverkkojen solupaikannustietoja on käytetty lukuisissa erilaisissa liikkumistutkimuksissa yli kymmenen vuoden ajan ja nykyisin kaikki Virossa toimivat operaattorit ovat antaneet aineistojaan liikkumista koskevaan tutkimuskäyttöön. Tyypillisesti aineistosta pyritään tunnistamaan usein toistuvia matkakohteita, kuten koti, työpaikka, koulu, opiskelupaikka, käytetyimmät osto- ja asiointipaikat jne. Aineisto ei kata kaikkea liikkumista.

Suomessa suunnitellaan matkapuhelinverkkoaineiston hyödyntämistä osana Tilastokeskuksen matkailututkimusta, mikäli lakiuudistus¹⁴ sallii tämän. Nykyinenkin lainsäädäntö sallii tiedon anonyymien käytön. Käyttö on myös sallittua ilman anonymisointia, jos henkilö on antanut luvan erikseen mainittuun käyttötarkoitukseen tai aineisto tarviin tilastolaissa nimetyn tilastointitehtävän toteuttamiseksi. (Ahas et al. 2014). Matkapuhelinverkkotietoja voidaan käyttää massa-aineistona. Niillä voisi olla oma käyttöalueensa myös otantapohjaisissa henkilöliikennetutkimuksissa.

Aineisto ei ole reittiaineistona yhtä tarkkaa kuin GPS-tallentimilla ja älypuhelimilla kerättävä tieto ja yhden solun alueelle jäävät lyhyet matkat eivät erotu. Etuna on, että tietoja voidaan kerätä hyvinkin pitkältä ajanjaksolta, kuten usealta viikolta, kuukaudelta tai vuodelta. Henkilöliikennetutkimusten kaltaisessa käytössä tietoa voidaan kerätä matkojen toistuvuudesta ja erityisesti pitkistä matkoista. Pitkiä matkojen tehdään vähän ja ne toistuvat harvakseltaan. Tietojen keräämiseen tarvitaan mielellään pitkäaikainen ajanjakso. Vastaajat myös muistavat heikosti matkojen ajankohdat.

Yksi käyttökohde on paikkakuntien välisten liikennevirtojen arvioiminen, mihin otantapohjaiset tutkimukset eivät yleensä riitä. Matkamatriisin muodostaminen matkapuhelinverkkotiedoista ei ole kaikkein suoraviivaisimpia tehtäviä, mutta menetelmät ovat viimeisen kymmenen vuoden aikana kehittyneet ja uusia ideoita syntyy jatkuvasti. (Bonnell et al. 2014). Matkapuhelinverkkotiedot voivat poiketa maassa toimivien operaattoreiden kesken ja tietoaaineistoja koskevat hypoteesit liikennevirtojen muodostamiseksi on sovittava alue- ja operaattorikohtaisesti.

Matkapuhelinverkkotietoja voidaan ajatella kerättävän ainakin seuraavalla kolmella tavalla (Smoreda et al. 2013):

1. otantapohjaisessa tutkimuksessa vastaajilta pyydetään lupa, että operaattori paikantaa tietyn ajanjakson, esimerkiksi 3 viikkoa, matkapuhelinta säännöllisesti sovituin väliajoin. Matkapuhelin voidaan paikantaa tällä tavoin esimerkiksi sopivin aikavälein. Aikaväli voi tutkimuksen tarkoituksesta riippuen vaihdella esimerkiksi 15 minuutista kahteen tuntiin. Kaikilta osallistujilta pyydetään lupa menettelyyn. Tietoja voidaan verrata vastaajien samalta ajanjaksolta raportoihin pitkiin matkoihin.
2. käytetään matkapuhelinkeskuksiin tallentuvia signaalitapahtumia, kuten matkapuhelinten liikkeitä niiden siirtyessä yhden keskuksen alueelta toiselle. Tietojen kerääminen matkapuhelinkeskuksista voi kuitenkin olla varsin työlästä, ellei operaattori ole kehittänyt tähän standardoituja menettelytapoja.
3. otantapohjaisessa tutkimuksessa pyydetään lupa, että operaattori saa luovuttaa erikseen sovittavat vastaajien maksuliikennetiedot tutkimuksen käyttöön määrättyltä ajanjaksolta. Tiedoissa on ajankohtamerkintä, tieto kestosta, tiedonsiirron tyypistä (ääni, tekstiviesti, dataa) ja solun sijainnin ilmaiseva koodi.

¹⁴ Tilastolakiuudistuksessa on ehdotettu seuraavien aineistojen luovutusvelvoitetta: kassapääteaineistot, verkkomyyntipaikkojen hinta-aineistot, kaupan asiakaskorttiaineistot, luottokorttien transaktiotiedot, etäluettavien sähkömittareiden keräämä data, puhelinoperaattoreiden matkapuheluaineisto. Lakiehdotusta on nähty tarpeen tarkistaa mm. tietojen käyttötarkoituksen suhteen ja varmistaa yleisen tietosuoja-asetuksen ja Euroopan tilastoista annetun asetuksen keskinäinen suhde. Lakiehdotuksessa on lähdetty siitä, että oli alkuperäinen käyttötarkoitus mikä tahansa, on tietoja voitava käyttää kaikkiin laissa mainittuihin käyttötarkoituksiin. (Bruun 2016).

Tietoihin voi olla tallennettu matkapuhelinverkon solu, josta tiedonsiirto on alkanut, toisinaan taas ensimmäinen ja viimeinen solu tiedonsiirron aikana ja joskus taas kaikki solut järjestyksessä.

Nykyisin ihmiset hyvin säännönmukaisesti käyttävät matkapuhelimiaan tehdessään pitkiä matkoja ja käydessään vierailta paikkakunnilla. Koska tällainen aineisto ei kuitenkaan suoraan vastaa matkatietoja, tarvitaan tavanomaista matkapäiväkirjatyypistä tiedonkeruuta rinnakkaisena menetelmänä, jotta maksuliikennetietoja ja paikannustietoja osattaisiin tulkita mahdollisimman oikein liikkumisen näkökulmasta.

Kirjallisuudessa on esitetty joitakin malleja ja algoritmeja, miten maksuliikennetiedoista estimoidaan matkojen lähtö-määräpaikka -matriisi (esimerkiksi Zhao et al. 2016 ja Mellegård 2011). Luonnollisin menetelmä on kerätä erillinen vertailuaineisto yksilöidyistä henkilöistä ja yhdistää tiedot samanaikaisesti kerättyyn henkilöiden maksuliikennetietoihin. Vertailuaineistona voi toimia laaja matkapäiväkirjatutkimus, GPS-tutkimus tai aineisto, jossa operaattori paikantaa valitut matkapuhelimet verkosta säännöllisin väliajoin. Yksi esitetty vaihtoehto on myös poimia maksuliikenneaineistosta kaikkein aktiivisimmin tietoliikennettä hyödyntävät matkapuhelinkäyttäjät (Zhao et al. 2016). Artikkelissa ei oteta kantaa siihen, miten tietoliikenteen määrä korreloi liikkumistottumusten kanssa. Edustavuutta ehdotetaan kuitenkin parannettavan estimoiden mallit eri käyttäjäryhmille erikseen ja laajentamalla aineisto vastaamaan koko populaatiota. Myös asuin-työpaikkamatriiseja on käytetty vertailussa (Bonnell et al. 2014). Tämä menettely ei kuitenkaan ota huomioon sitä, että työmatkan pituuden kasvaessa työpaikan osoitteessa käydään yhä harvemmin eikä sitä, että osa työmatkoista ei ole kotiperäisiä.

Syracusen kaupunkiseudulla New Yorkin osavaltiossa Yhdysvalloissa verrattiin liikennemalleilla tuotettuja matkaryhmäkohtaisia lähtö-määräpaikkamatriiseja matkapuhelinverkkotiedoista muodostettuihin matriiseihin. Liikennemallit perustuivat henkilöliikennetutkimukseen. Yhtäläisyydet olivat ilmeiset, kunhan tarkastelut tehtiin riittävän yleisellä aluejakotasolla. Esimerkiksi paikkakuntien välisten liikennevirtojen arviointiin matkapuhelinverkkotiedot soveltuvat hyvin. Matkapuhelinverkkoaineistoilla voidaan arvioida myös kaupunkiseudun ulkoista liikennettä, mikä usein on haasteena liikennemalleissa. Matkapuhelinverkkoaineistoista on pyritty päättämään myös matkojen syitä. Käytetyt klusterointialgoritmit eivät johda samankaltaiseen matkan tarkoituksen päättelyyn kuin liikenteen kysyntämalleissa käytetään. (Bindra 2016).

Qian esittelee puolestaan algoritmin, jolla aggregoidusta matkapuhelinverkkoaineistoista voidaan muodostaa estimaatti työ- ja koulumatkojen matkamatriisista. Menetelmässä käytetään yksinkertaista anonymisoitua aineistoa, jossa ruututasolla näkyy, kuinka moni on tarkasteluhetkellä kotona, ketkä töissä ja ketkä eivät kummassakaan paikassa määrättyä ajanjaksona. (Qian & Daisuke 2013). Menetelmä perustuu oletukseen, että aineistosta tehdyt päätelmät työpaikoista olisivat luotettavat. Tässä lienee vaara osittaiseen kehäpäätelmään.

2.2.8 Googlen Aikajana

Sadeghvaziri et al. tutkimuksessa hyödynnettiin Googlen Aikajana-palvelun käyttäjilleen tarjoamaa sijaintihistoriatietoa (Sadeghvaziri et al. 2016). Tietoa kerätään kaikilta Googlen web-palveluiden käyttäjiltä, jotka ovat antaneet siihen luvan Googlelle. Tutkijat pyysivät 25 osallistujaa ottamaan Aikajana-palvelun käyttöön ja lähettämään sieltä ladattavissa olevan tietosisällön määrätyn kuukauden ajalta tutkijoille. Kerätty otos ei

ollut riittävän edustava ihmisten liikkumiskäyttäytymisen analysointia varten, mutta sen avulla voitiin osoittaa tietosisällön tarjoamat mahdollisuudet ihmisten liikkumisen ymmärtämisessä ja tavanomaisen liikkumistiedon täydentämisessä. Tutkijat näkivät hyvinä käyttökohteina erityisesti pitkien matkojen, päivittäisten vaihteluiden ja suuriin aikaan ja paikkaan sidottuihin tapahtumiin liittyvien liikkumistottumusten tutkimisen. Tutkimuksessa ei kuitenkaan mainittu mitään Googlen sijaintihistoriatiedon käyttöoikeuksista, eikä esimerkiksi kerrottu, miten niitä on sovellettu.

2.2.9 Joukkoistaminen ja liikkumistieto

Viime aikoina tilastotuotannossa ja tiedonkeruussa yleensä on pohdittu joukkoistamisen mahdollisuuksia. Sosiaalisen median sanaston mukaan joukkoistaminen¹⁵ tarkoittaa tehtävän tai ongelman antamista ratkaistavaksi ennalta määrittelemättömälle joukolle yleensä verkossa. Henkilöliikennetutkimuksen yhteydessä kysymykseksi nousee, voidaanko kansalaiset saada tuottamaan tietoa liikkumisestaan ja luovuttamaan tiedot viranomaisten käyttöön vastineeksi käyttämistään palveluista.

Yksi esimerkki jo pitkään toiminnassa olleesta joukkoistamisesta tai tarkemmin talkoistamisesta on Liikenneviraston varsin laajasti tunnettu Tienkäyttäjän Linja. Linjalle voi ilmoittaa maanteiden kunnosta ja liikenteen ongelmista mihin tahansa vuorokauden aikaan soittamalla. Ilmoittamista ei korvata, mutta vastineeksi tiellä liikkujat voivat odottaa ongelman nopeaa ratkaisemista. Päivystäjä paikantaa ongelmapaikan soittajan kanssa ja välittää tiedon hoitourakoitsijalle ilman, että hänen tarvitsee itse käydä paikan päällä. Tienkäyttäjän Linja on samalla esimerkki palvelusta, jossa ongelmakohdan paikannusta voidaan tarkentaa, jos ilmoittajan käytössä on älypuhelinsovellus, joka tallentaa sijainnin ja lähettää tiedon liikennekeskukseen välittömästi, kun tielläliikkuja ilmoittaa häiriöstä.

Sittemmin on pohdittu eräänlaista sateenvarjosovellusta, joka kattaisi kaikki liikkumismuodot. Ajatuksena olisi, että sovelluksen käyttäjät saisivat itselle tärkeää tietoa liikennepalveluista ja vastineeksi luovuttaisivat viranomaisen käyttöön tiedot liikkumisestaan. Tällainen sateenvarjosovellus voisi sisältää esimerkiksi matkan suunnitteluun soveltuvia tietoja, kuten aikataulutietoja joukkoliikenteestä, vesiliikenteestä sekä liikennetilannepalveluja. Samoin Liikenneviraston asiointipalvelut voisivat siirtyä mobiililaitteisiin.

Sovelluksessa olisi mahdollisesti myös näkymä siihen, mitä tietoa sovelluksella kerätään ja käyttäjä näkisi myös tämän itse. Kyse olisi siis ”oma tieto”-palvelusta. Mahdollisesti käyttäjä voisi myös itse päättää, mitä tietoja antaa tai myy muiden käyttöön. Pohdinnan arvoista on, millaista tietoa viranomaiset saavat kerätä kansalaisista ja millaisen julkisen keskustelun asia herättää. Nykyään älypuhelimilla kerätään hyvinkin yksityiskohtaista tietoa laitteiden ja sovellusten käyttäjistä ilman että käyttäjät edes tiedostavat tätä. Laitteita ja sovelluksia ei edes pysty käyttämään ilman suostumusta.

Eräänlaiseen joukkoistamiseen perustuu myös kokeilu, jossa Tilastokeskus havaitsi, että tehtyjen Google-hakujen perusteella voitiin hyvin täsmällisesti toisintaa kuluttajabarometrin tulos eli tieto, joka nykyisin kerätään puhelinhaastattelututkimuksella.

¹⁵ Englanniksi crowdsourcing. Termin crowdsourcing suomenkielinen vastine ei ole vakiintunut. Muita käytettyjä käsitteitä ovat joukkouttaminen, yleisön osallistaminen sekä talkoistaminen. Viimeksimainittu viittaa joukkoistamiseen ilman rahallista korvausta. (Sanastokeskus TSK, 2010)

Google-hakutuloksilla ei kuitenkaan voida korvata kuluttajabarometrin puhelinhaastatteluja. Jotta hakutuloksista on voitu johtaa kuluttajabarometrin tulokset, on sovittamisessa käytetty puhelinhaastatteluna kerättyä aineistoa. Koska sanahaut muuttuvat alinomaan ja tapa käyttää hakukoneita muuttuu, tarvitaan jälleen puhelinhaastattelu, jolla sovitus voidaan uusua. Vertailuaineiston tarve koskee lähes kaikkea tiedonkeruuta, jossa tutkittava suure mitataan epäsuorasti muun käyttötarkoituksen kautta ja aineisto ei kata yhden henkilön osalta kaikkea liikkumista. Näistä esimerkkejä ovat aiemmissa luvuissa mainitut aineistot Twitteristä, Googlen Aikajanasta tai matkapuhelinverkko-tiedoista.

Älypuhelinsovellus, joka välittää tietoa liikennepalveluista, voisi samalla toimia vastavuoroisena tiedonvälityskanavana ja välittää viranomaisille ja palveluntarjoajalle tietoa liikkumistottumuksista. Tieto voi olla käyttötarkoituksesta riippuen henkilöittävissä olevaa tai nimetöntä.

Henkilöliikennetutkimuksella täytettyjen tietotarpeiden näkökulmasta joukkoistamiseen liittyy haasteita. Joukkoistamisen perusajatus, ettei vastaajajoukkoa määritellä ennalta, on ristiriidassa tiedon luotettavuustavoitteiden ja yleistettävyyden kanssa. Erikoistapaus olisi tilanne, jossa koko väestö osallistuu ja aineistosta on eroteltavissa, mitkä tiedot kuuluvat kullekin osallistujalle. Otantatutkimuksessa vastaajajoukko voi olla huomattavasti koko väestöä pienempi ryhmä, koska jokaisella perusjoukkoon kuuluvalla henkilöllä on ennalta määritettävissä oleva, mutta samanaikaisesti satunnainen todennäköisyys osua mukaan tutkimukseen¹⁶. Pieni satunnainen perusjoukon ominaisuudet hyvin kattava otos voittaa laatunsa puolesta suurenkin määrän joukkoistamalla kerättyä dataa, jonka suhde perusjoukon ominaisuuksiin on kontrolloimaton.

Henkilöliikennetutkimuksella pyritään kattamaan koko väestön liikkumiskäyttäytyminen ja liikkumattomuus kattavasti. Jotta tietoa voitaisiin kerätä joukkoistamalla esimerkiksi jonkin älypuhelinsovelluksen käyttäjäkunnasta, tulisi käyttäjistä voida rekonstruoida demograafisilta taustoiltaan ja liikkumiskäyttäytymiseltään edustavasti koko väestö. Samalla sovelluksen käytön aktivoituminen ja välitetyn tiedon määrän tulisi olla riippumaton liikkumiskäyttäytymisestä tai sovelluksen käyttötarpeen useudesta. Tämä voidaan teoriassa järjestää esimerkiksi siten, että älypuhelimien sovellus paikannuspalveluineen pysyy tauotta päällä tai se voidaan käynnistää satunnaistetusti yksittäisessä laitteessa käyttäjän tähän vaikuttamatta. Jatkuva päälläolo ei nykyisellään ole realistinen vaihtoehto virransäästötarpeen vuoksi. Satunnaisesti aktivoituvan sovelluksen rakentaminen on teknisesti mahdollista lähinnä käyttöjärjestelmien laati-joille.

Joukkoistamiseen liittyvä edustavuusongelma on samansuuntainen, mikä kohdataan tavallisesti kulutustottumuksia mittaavissa paneelitutkimuksissa. Paneelitutkimusten tiedonkeruuta voisi jopa kutsua joukkoistetuksi ja osaan näistä myös ilmoittaudutaan suoraan verkossa. Paneelitutkimuksiin osallistujat ovat eräänlaisia ammattivastaajia, jotka saavat vastausaktiivisuudestaan palkkioita, kuten elokuvalippuja, arpoja ja lahjakortteja. Paneeleihin osallistuvien kulutustottumukset, ajankäyttö ja liikkumistottumukset poikkeavat koko väestöstä. Siksi paneelitutkimusten otosten

¹⁶ Tämä vaatimus ei aivan kirjaimellisesti täyty otantapohjaisissa henkilöliikennetutkimuksissa, sillä osallistuminen on vapaaehtoista. Siten on olemassa riski, että vastaajiksi valikoitua joukko voi liikkumistavoiltaan poiketa vastaamattomista, vaikka demograafiset taustat olisivat yhtenevät. Otoksen satunnaistaminen vähentää kuitenkin vinoutumisen riskiä.

suunnittelussa kiinnitetään huomiota henkilöiden valintaan ja tulosten oikaisumenettelyihin. Käytettyjä oikaisumenetelmiä voidaan ajatella sovellettavan myös muissa joukkoistamiseen perustuvissa tiedonkeruumenetelmissä. Tavallisesti korjaus toteutetaan sovittamalla paneelitutkimuksen tulokset väestön demograafisiin taustatekijöihin ja tulosuuttajat suhteutetaan otantaperusteiseen poikkileikkaustutkimukseen, kuten henkilöliikennetutkimus. Esimerkiksi Saksassa on vuosikymmenet toteutettu rinnakkaisina liikkumistottumuksia selvittävä paneelitutkimus ja poikkileikkaustutkimuksena otantaperusteinen henkilöliikennetutkimus. Paneelitutkimusten etuna on, että tietoa saadaan samalta henkilöltä pitkän ajan kuluessa. Näin voidaan tunnistaa mm. elämäntilanteen muutosten vaikutus kulutustottumuksiin tai havaita toistuvia käyttäytymismalleja kulutuksessa. Joukkoistamiseen perustuvan tiedonkeruun käyttöalueet voisivatkin olla samankaltaisia kuin paneelitutkimusten, esimerkiksi tiedonhaun tarve eri liikkumistilanteissa ja liikkumiskäyttämisen muutokset pitkällä aikavälillä. Tieto voi olla henkilöimätöntä tai paneelitutkimusten tapaan tai aikasarjatietona määrättyyn palvelunkäyttäjään tämän luvalla kohdentuvaa.

Yhdysvalloissa Maricopassa Arizonassa on vuonna 2016 alkanut joukkoistamiseen perustuva liikkumistietojen keruu. Vastauksia toivotaan 7000 kotitaloudelta ja vastaajia on kutsuttu tutkimukseen seuraavin keinoin:

- sähköpostilla
- sosiaalisen median postauksilla
- Instagramissa, Facebookissa ja televisiossa on ollut mainoksia tutkimuksesta
- viidakkorummutuksella (tutkimukseen voi osallistua, jos on sattunut kuulemaan tutkimuksesta joltakulta)
- koululaisia, opiskelijoita ja oppilaitoksissa työskenteleviä on kutsuttu oppilaitosten kautta
- tutkimuksesta on kerrottu erilaisissa tapahtumissa ja kokouksissa
- Internetissä toimivan alueellisesti kohdentuvan alennuskuponkisivuston kautta
- kutsuja on julkaistu sanomalehdissä, aikakauslehdissä ja uutiskirjeissä
- osallistua voi tutkimusta teettävän organisaation verkkosivujen kautta
- linkkejä tutkimukseen on jaettu myös muilla verkkosivustoilla
- ihmisiä on lähestytty postitse kortilla, jossa on linkki tutkimukseen
- tutkimuksesta on jaettu esitteitä
- markkinatutkimuslaitos on ottanut yhteyttä osaan kotitalouksista

Tiedonkeruun ja yhteydenpidon muotoina olivat verkkokysely, puhelinhaastattelu, tekstiviestit, sähköpostiviestit, GPS-tallennin sekä älypuhelinsovellus. Taustatiedot voi antaa ainakin verkkokyselyssä. Myös matkatiedot korjattiin ja täydennettiin verkkokyselyllä tai puhelinhaastattelulla GPS-tallentimen tai älypuhelinsovelluksen käytön jälkeen. Vuoden 2017 puolella täydentävää lisäaineistoa on kerätty älypuhelinsovelluksella nähtävästi vastausmäärätavoitteen täyttämiseksi. Jokaiselle osallistuvalla kotitaloudelle maksetaan 100 dollaria osallistumisesta, jos matka- ja taustatiedot saadaan kattavasti kaikilta jäseniltä. Tiedossa ei ole, miten tutkimuksen tulokset aiotaan oikaista vastaamaan väestön keskimääräistä liikkumiskäyttämistä. Tutkimus ei täytä hallitun otantatutkimuksen kriteerejä. Yhdysvalloissa oli kuitenkin samanaikaisesti käynnissä koko maan kattava kansallinen henkilöliikennetutkimus, joka mahdollistaa tulosuuttajien oikaisun. Lisäksi Yhdysvalloissa teetetään maanlaajuisesti väestötutkimus väestön demograafisten taustojen selvittämiseksi. Suomessa viimeksi mainitut tiedot saadaan pääsääntöisesti kattavista rekistereistä.

2.3 Arvioita uusien teknologioiden hyödynnettävyydestä osana henkilöliikennetutkimusta

2.3.1 Uudet teknologiat henkilöliikennetutkimuksen yhteydessä

Wolf et. al. linjaavat uusia teknologioita valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen yhteydessä seuraavasti (Wolf et. al. 2006 ja 2014):

- GPS-avusteiset liikkumistutkimukset ovat yleistymässä. Tavallisesti osalle vastaajista (esimerkiksi kymmenelle prosentille) viedään tai postitetaan erillinen GPS-tallennin. Vastaajaa pyydetään täyttämään sekä perinteinen matkapäiväkirja että kuljettamaan mukanaan tallenninta ennalta sovitun ajan. Syynä menettelytapaan on, että GPS-aineistoa on ensisijaisesti käytetty matkamäärien tarkistamiseen. On havaittu, että välillä ihmiset unohtavat, eivät halua tai ymmärrä kertoa kaikkia matkojaan ilmoitukseen perustuvassa tiedonkeruussa. Toisaalta ihmiset eivät aina muista tai halua kantaa laitteita mukanaan. Tallentimien hinnat ovat pudonneet kohtuullisiksi (50–500 puntaan¹⁷) ja ovat helppokäyttöisiä. Ongelmana on kuitenkin monesti akun riittävyys tai tarve erillisen virtalähteen käyttöön, jos tutkimuspäiviä on useita. Wolf et. al. jättävät mainitsematta, että myös tallennintutkimuksiin liittyy valikoituvuutta. Tallentimia eivät mielellään ota vastaan iäkkäät ihmiset eivätkä vähän liikkuvat. Nuoret ja tekniikkaorientoituneet voivat puolestaan olla aineistoissa yllätyttävänä.
- Matkapuhelimet tarjoavat edullisen ja huomaamattoman tavan tarkkailla ihmisten liikkumista. Tarkkuus on kuitenkin riittämätön yksityiskohtaisten matkareittien tai matka-aikojen tarkkailuun erityisesti lyhyillä matkoilla. Määräpaikat jäävät myös haja-asutusalueilla epätarkemmiksi kuin kaupunkialueilla. Matkapuhelinseuranta soveltuu todennäköisesti matkatietojen kattavuuden arviointiin. Yhdysvalloissa menetelmään suhtaudutaan nähtävästi tietosuojaskandaalien vuoksi muita maita epäluuloisemmin.
- Liikennetutkimuksen tiedonkeruun kannalta älypuhelimet vaikuttavat lupaavalle teknologialle, mutta ovat vasta kehitysasteella. Kehityksestä huolimatta seuraaviin haasteisiin ei ole löydetty vielä tyhjentäviä ratkaisuja: kuluttavan ja matkan tarkoituksen kattava ja luotettava päättely, markkinoiden fragmentoituminen, virrantarpeen riittävyys, tiedonsiirtoa koskevat rajoitukset ja valikoituvuus. Markkinoiden fragmentoituminen on haaste, koska on vaikea kehittää ja ylläpitää sovelluksia, jotka toimisivat kaikilla älypuhelimilla ja eri älypuhelimet tuottavat keskenään erilaista tietosisältöä. Virrantarpeen riittävyyden takaamiseksi monet käyttäjärjestelmät sulkevat sovelluksia, jolloin tietovirta katkeaa. Laitteet myös varoittavat runsaasti virtaa kuluttavista sovelluksista, jolloin käyttäjät saattavat itse katkaista so-

¹⁷ Vuonna 2016 käyttökelpoisen perusominaisuudet sisältävän GPS-laitteen sai 60 – 100 eurolla ja kiihtyvyyksenturin sisältävän laitteen 150 – 350 eurolla. Esimerkiksi 200:lla GPS-laitteella voidaan arvioida kerätävän hyvinkin 2500 henkilön matkatiedot 1 – 3 päivää kestävältä tiedonkeruujaksolta yhden kalenterivuoden aikana. Aiempien kokemusten perusteella neljän käyttökerran jälkeen 10 prosenttia laitteista katoaa tai rikkoonuu. Yhden päivän kestävä tutkimusjakson laitekierto on keskimäärin kaksi viikkoa lähetyks- ja palautusaikoinen. Laittekustannukset olisivat tällöin 12 000 – 70 000 euroa. Arviolta puolet laitteista voisi olla käyttökelpoisia vielä tutkimuksen päätyttyä.

velluksen. Erilaisia sovelluskohtaisia ratkaisuja näihin on jo haettukin, mutta lopullista ja kattavaa läpimurtoa ei ole vielä saavutettu. Osallistujien datapaketit¹⁸ voivat myös olla rajattuja. Suomessa ongelma ei ole yhtä rajoittava kuin monessa muussa maassa. Kun signaalin lähetystiheys on suuri, voi välitetyn tietopaketin koko kasvaa suureksikin, mikä aiheuttaa kustannuksia osallistujille. Asiaa voidaan helpottaa lähettämällä vain minimimäärä tarvittavaa tietoa eteenpäin. Tällöin kuitenkin mitatun tiedon tarkkuus heikkenee. Osalle vastaajista on joka tapauksessa lähetettävä erillinen GPS-tallennin, sillä kaikilla ei ole älypuhelin tai sellaista älypuhelin, jolle sovellus olisi ladattavissa. Älypuhelin käyttö vaikuttaa johtavan voimakkaaseen valikoituvuuteen niin iän, sukupuolen, tulojen kuin etnisen taustan suhteen.

- Matkapuhelimien ja suunnistuslaitteiden hyödyntäminen liikennetutkimusten tiedonkeruussa edellyttää lisäresursseja laiteteknologioiden hallitsemiseksi, tiedon siirtämiseksi ja tallentamiseksi.
- Askelmittarit ovat halpa tapa arvioida kävelymatkojen pituuksia. Laitteet voivat myös auttaa vastaajia muistamaan ja raportoimaan tekemänsä matkat.
- Kiihtyvyyssantureilla varustetut aktiivisuusmittarit auttaisivat merkittävästi kävelymatkojen keston ja pituuksien arvioinnissa, mutta nykyisellään kustannukset ovat aivan liian korkeita henkilöliikennetutkimuksia ajatellen.
- Verkkokyselyt voivat olla joillekin vastaajille houkutteleva tapa täydentää tarvittavat taustatiedot ja lisätiedot matkoista. Ongelmia on kuitenkin syntynyt siitä, ettei ole mahdollista suunnitella ja toteuttaa ohjelmistoa, joka toimisi tehokkaasti kaikilla laitteilla. Kaikkia verkkovastaaminen ei palvele. Lisäksi, jos osa tiedoista kerätään muulla laitteella, eivät vastaajat motivoitu enää verkkovastaamiseen.
- Verkkokyselyt tarjoavat edullisen tavan tiedon syöttämiseen. Kontrolli on keskitetty, jolloin ylläpitäminen, päivitys ja tiedon yhteensovittaminen on helppoa. Verkkokysely voi olla kätevä vastaamismuoto niille henkilöille, joilla on käytössään laajakaistayhteys.
- Monissa muissa maissa valtakunnallisiin henkilöliikennetutkimuksiin sisältyy myös ajoneuvotutkimusosio toisin kuin Suomessa on ollut tapana. GPS-laitteilla varustettujen ajoneuvojen yleistymisen tarjoaa uuden mahdollisuuden ajoneuvomatkojen arviointiin. Tietoa voidaan hyödyntää sekä anonymisti että poimimalla otantapohjaiseen henkilöliikennetutkimukseen valittujen talouksien ajoneuvotiedot vastaajien luvalla. Maanteillä mittaus onnistuu paremmin kuin kaupunkialueilla katukuiluissa.

¹⁸ Datapakettilla tarkoitetaan liittymän yhteydessä tulevaa sopimusta tiedonsiirron määrästä aikayksikössä, esimerkiksi kuukaudessa. Suomessa useat liittymäsopimukset sisältävät rajattoman tiedonsiirronsovitulla määrättyllä maksiminopeudella.

2.3.2 Kuluttajateknologioiden hyödynnettävyys

Teknologiasta riippumatta kaikkiin menetelmiin liittyy seuraavat huomioonotettavat seikat, kun pohditaan, kuinka hyvin menetelmä kuvaa väestön liikkumista (Wolf et al. 2014):

1. Tietoon liittyvän harhan identifiointi. Lähtökohtaisesti kaikkiin kuluttajateknologioihin voidaan ajatella liittyvän jokin harha. Harhalla tarkoitetaan, ettei tuotetta käyttävien joukko vastaa tutkittavaa väestöä kokonaan tai edes oikeassa suhteessa, jolloin teknologiaan perustuvalla menetelmällä ei saada kokonaiskuvaa väestön liikkumisesta. Harha voi johtua esimerkiksi siitä, että osa väestöstä on hitaampia uuden teknologian omaksumisessa kuin toiset tai tuote on joillekin asiakasryhmille houkuttelevampi kuin toisille. Tiedon käyttötarkoitus vaikuttaa hyödynnettävyyteen. Vaikka esimerkiksi yksittäisen valmistajan auton suunnistuslaitetta voivat olla hankkineet vain tietyn tyyppiset autoilijat, voi itse aineisto olla varsin käypää matka-aikatiedon tuottamisessa, sillä nämä ajoneuvot kulkevat muun liikenteen seassa ja liikennettä ohjataan yhteisin säännöin, liikennevaloin ja nopeusrajoituksin.
2. Tiedon laadun varmentaminen. Sijaintitiedon tarkkuus kulloisissakin olosuhteissa ja muiden matkan ominaisuustietojen tarkkuuden tunnistaminen on erityisen tärkeää, jotta voidaan ymmärtää mahdolliset virhehaarukat jatkoanalyseissä. Koska kuluttajamarkkinat ovat varsin kilpailtuja, on tarpeellista, että riippumattoman taho arvioi ja varmentaa laadun. Tämä on välttämätöntä silloin, kun yleispäteviä varmistettuja standardeja ei ole käytössä. Verifiointi on työnä mittava ja vaatii oman laajan aineistokeruunsa.
3. Yksityisyyden suojan varmistaminen. Silloin kun aineistot pohjautuvat kuluttajilta kerättyyn tietoon on tarpeen kiinnittää erityistä huomiota tietosuojaan. Tutkijoiden ja suunnittelijoiden on varmistettava, että heidän toimintansa on lainmukaista ja että tiedot luovuttaneet kuluttajat ovat antaneet suostumuksensa juuri nimenomaiseen käyttöön.

2.3.3 Uudet teknologiat muuttavat tiedon sisältöä

Radiotaajuuteen perustuvat teknologiat tarjoavat huomattavan määrän erilaisia tapoja kerätä liikkumistietoja. Samalla kun käytetyt teknologiat muuttuvat, muuttuu myös tiedon sisältö. Joissakin asioissa uudet menetelmät ovat ylivoimaisia, toisiin tilanteisiin taas perinteiset tiedonkeruutavat soveltuvat paremmin. Kuluttajateknologioiden etuja ja puutteita voidaan yleisellä tasolla kuvata seuraavasti:

Taulukko 5. *Kuluttajatuotteiden hyödyntämiseen liittyviä etuja ja haasteita liikku-
mistiedon tuottamisessa (Wolf et al. 2014).*

Edut

- Tietomäärät ovat usein suuria.
- Tieto on sekä kokonaisvaltaista että jatkuvaa (kattaa pitkiä ajanjaksoja).
- Tieto perustuu todelliseen käyttöön, kokemuksiin ja kulloinkin vallitseviin olo-
suhteisiin.
- Raaka-aineisto mahdollistaa monenlaisia päättelyjä kulloistakin tietotarvetta
ajatellen. Aineistoista voidaan päätellä esimerkiksi nopeuksia, lähtö-määräpaik-
kamatriiseja, viivästyksiä, kääntymissuuntia tieliikenteessä

Haitat

- Aineistoihin liittyy yksityisyyden suojaa rajoittavia seikkoja. Tietoja ei ehkä ole
saatavilla riittävän yksityiskohtaisesti kulloistakin tarkoitusta varten.
- Aineistojen soveltuvuus liikkumiskäyttötymisen kuvaamiseen tai mallintami-
seen on osoittamatta (vertailuaineisto on jätetty keräämättä).
- Aineisto sisältää harhaa eli ei vastaa väestörakennetta tai kaikkia liikkujia yhtä
hyvin.
- Aineistoon liittyy hallitsematon laitteen tai sovelluksen käyttö. Käyttäjät voivat
oman mielensä mukaan joko aktivoida laitteen/sovelluksen tai olla tekemättä
tätä, mikä aiheuttaa lisäharhaa.
- Tarkkuus ei riitä täsmällisen sijainnin määrittämiseen.
- Jos tiedon käsittelyyn käytetyt algoritmit - kuten raaka-aineiston siivous, lähtö-
ja määräpaikan tai kulutavan päättely - eivät ole avointa lähdekoodia, jää tie-
don laatu epäselväksi ja todennettavuus jälkikäteen mahdottomaksi.
- Eri algoritmit ja laitteet myös tuottavat erilaisia lopputuloksia. Niiden kehitty-
essä voi olla tarpeen alkuperäisen aineiston uudelleentarkastelu esimerkiksi kul-
kutavan tai matkan tarkoituksen tunnistuksen parantamiseksi. Tällöin puhdistam-
aton raaka-aineisto tallennetaan. Matkakohteen ja kulutavan päättely teh-
dään keskitetysti yhdellä palvelimella. Älypuhelinsovelluksissa tiedonsiirron
tarve voi nousta näin kohtuuttoman suureksi.
- Kuluttajamarkkinat ovat jatkuvassa liikkeessä. On mahdollista, että tuotteita tai
palveluita ei enää olekaan olemassa, niiden sisältö on voinut muuttua, käyttö-
tarkoitus tai käyttötapa voi muuttua, jolloin vertailuaineiston tarve on jatkuva.

2.3.4 Vertailuaineiston tarve

Uusien tekniikoiden hyödyntämiseen liittyy tarve algoritmikehityksen, otantateorian ja tilastollisen mallintamisen soveltamiseen. Tämä koskee niin GPS-tallentimia, älypuhe-
limia, suunnistuslaitteita, matkapuhelinverkkoapaikannusta, langattomien lähiverkko-
jen paikannusta kuin radiotaajuuden etätunnistustakin. Prosessia on kuvattu tarkem-
min luvussa 2.3.8. Menetelmiin liittyy systemaattisten virheiden mahdollisuus.

Liikkumista analysoitaessa haasteena on ymmärtää ja korjata menetelmiin liittyvää
systemaattista virhettä ja arvioida, mikä osa liikkumisesta tai liikkumattomuudesta jää
kokonaan tunnistamatta. Virheiden systemaattisuus tarkoittaa, ettei aineistosta itses-
tään voi tehdä päätelmiä koko liikenteestä. Silloin otantapohjaista henkilöliikennetut-
kimusta voidaan käyttää vertailuaineistona systemaattisten virheiden korjaamiseksi.
Samoilta henkilöiltä sekä kysytään henkilöliikennetutkimuksen tiedot että kerätään
laitetiedot tai tieto siitä, ettei laitteen käyttö ylipäänsä ole mahdollista. Systemaattista

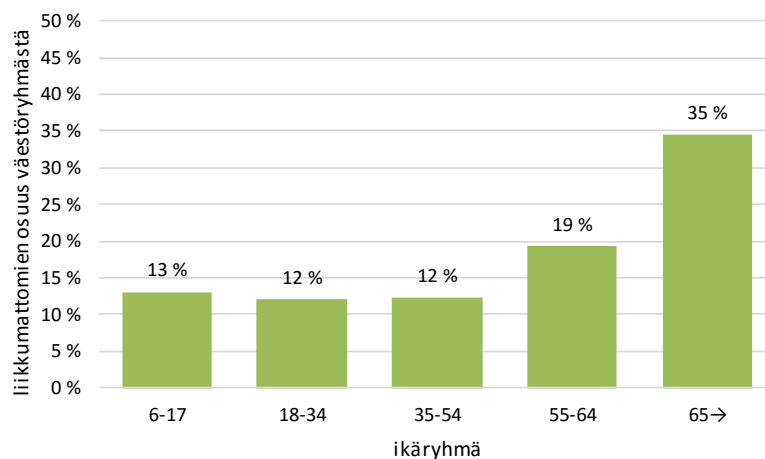
virhettä pyritään korjaamaan vertailemalla kahta eri aineistoa keskenään. Tarkoituksesta riippuen vertailuaineistoja voi olla muitakin, kuten vaikkapa liikennelaskentoja.

2.3.5 Vähän liikkuvat

Vähän liikkuvat kokevat usein, että heidän tietonsa eivät ole kiinnostavia tutkimuksen kannalta. Moni saattaa ajatella, ettei hänen kuulu osallistua tutkimukseen. Puhelinhaastattelussa haastattelija pystyy kuitenkin korjaamaan väärinkäsityksen. Koska vähän liikkuvat viettävät paljon aikaa kotonaan, heidät myös tavoitetaan jonkin verran muita väestöryhmiä helpommin. Kaikkein iäkkäämmillä terveys saattaa kuitenkin tulla todennäköiseksi esteeksi vastaamiselle.

Tavanomainen henkilöliikennetutkimuksella Suomessa saatu arvio tutkimuspäivän aikana liikkumattomista on 15 – 20 prosenttia koko kuusi vuotta täyttäneestä väestöstä kasvaen kuitenkin merkittävästi eläkeikää lähestyessä (kuva 3). Yleensä arvioidaan, että vastaamattomat liikkuisivat tutkimukseen osallistuneita vähemmän, mutta tutkimuskokonaisuuden toteutustapa eri maissa vaikuttaa tilanteeseen. Ei ole täysin selvää, onko arvio yli- vai aliarvioitu, sillä tavoittamisen helppous ja vastausmotivaatio tai -kyky vaikuttavat ristikkäisiin suuntiin.

Henkilöitä, jotka eivät tutkimuspäivän aikana liiku lainkaan, voi olla vaikea motivoida vastaanottamaan GPS-tallentimen tai lataamaan puhelimeensa liikkumissovellusta. Kuinka hyvin matkojen kokonaismäärä lopulta pystytään arvioimaan paikannusmenetelmillä, on näin epävarmaa. Mahdollisesti tarvitaankin erillinen tutkimusosio tämän tiedon selvittämiseen.



Kuva 3 Vuoden keskimääräisen vuorokauden aikana matkoja tekemättömien osuus ikäryhmittäin. (Pastinen 2017).

2.3.6 Tietosuojakysymykset

Euroopan Unionin tietosuoja-asetuksen ja direktiivin tuomat muutokset 25.5.2018 jälkeen asettavat haasteita etenkin joukkoistamalla tai muutoin ilman aktiivista hyväksyntää kerättävän tiedon hyödyntämiseen.

Euroopan Unionin tietosuojauudistuksella viitataan lainsäädäntöuudistukseen, johon kuuluvat yleinen tietosuoja-asetus ja direktiivi lainvalvontatarkoituksessa käsiteltävien henkilötietojen suojasta. Tietosuoja-asetus koskettaa yrityksiä, jotka käsittelevät jäsenvaltioiden kansalaisten henkilötietoja. Direktiivi ohjaa viranomaisten henkilötietojen käsittelyä muun muassa rikosten tutkinnassa. (Valtionvarainministeriö 2016).

Teknologian kehittyminen esimerkiksi sosiaalista mediaa, pilvipalveluita ja sijaintitietoa hyödyntävissä palveluissa, entistä globaalimpi toimintaympäristö ja digitalisoituminen ovat lisänneet henkilötietojen käsittelyä sekä siten myös muuttaneet tietosuojatarpeen luonnetta. Myös osittainen tai täysimittainen ulkoistuskumppanien hyödyntäminen henkilötietojen käsittelyssä on huomattavasti lisääntynyt. Näin ollen myös eurooppalaisen tietosuojasääntelyn uudistaminen on nähty tarpeellisena. (Valtionvarainministeriö 2016).

Asetus tuo rekisterinpitäjille uusia hallinnollisia tehtäviä ja teknisten vaatimusten toteuttaminen voi myös aiheuttaa kustannuksia. Rekisterinpitäjän lisäksi asetus kohdistaa vaatimuksia myös suoraan henkilötietojen käsittelijälle.

Osaltaan asetuksen vaatimusten täytäntöönpanoa ohjaa myös tuntuva sakko, jonka valvontaviranomainen voi määrätä rekisterinpitäjälle ja/tai käsittelijälle asetuksen vaatimusten laiminlyönnistä. Sakon enimmäismäärä on 20 miljoonaa euroa tai 4 prosenttia yrityksen edeltävän tilikauden vuotuisesta maailmanlaajuisesta kokonaisliiketoiminnasta.

Euroopan Unionin tietosuoja-asetus tuo lisäkustannuksia rekisterinpitäjälle.

2.3.7 Menetelmien kustannuksista – suo siellä vetelä täällä

Nykyinen puhelinhaastattelu on menetelmänä kalliimpi jatkossa. Tähän vaikuttavat vastaajien huonompi tavoitettavuus ja yhteystietojen heikompi saatavuus. Väestötietojärjestelmän käyttöehtojen tiukentuminen on markkinatutkimuksissa uhka luotettavan otoksen muodostamiselle. Viranomaisten teettämässä tutkimuksissa ehdot ovat kuitenkin toiset.

Muiden mahdollisten kaupallisten rekistereiden saatavuus tulisi selvittää. Puhelinnumeroiden ja muiden yhteystietojen saatavuus jatkossa voi heikentää haastatteluiden saamista. Vaihtoehtoisten yhteystietojen, kuten mobiilisovellusten, IP-osoitteiden, sähköpostiosoitteiden tai mobiilitunnisteiden hyödyntäminen kontaktilähteinä voi olla osa ratkaisua.

Postin jakelu on jatkossa epävarmaa, varsinkin, jos vaatimuksena on saapuminen määrättynä päivänä tai tätä ennen. Osaratkaisuna on saatteen jakelu sähköisiä kanavia pitkin, mutta laitelähetysissä tämä ei auta.

GPS-tallentimien ja älypuhelinsovellusten hyödyntämisessä kustannusten painopiste muuttuu. Kustannuksia vähentää matkojen lähtö- ja määräpaikkojen selvittämisen tarve puhelimesta. Kustannuksia taas lisäävät monikanavaisen järjestelmän hallinnan kustannukset ja tiedon tulkintaan liittyvä tarve sekä tutkimuksen aikainen kontaktointi puhelimesta, sähköpostilla ja tekstiviestein. Lisäksi tarvetta on matkojen koskevien tietojen täydentämiseen. Tarve koskee matkamääriä, kulikutapatietoja ja matkojen syitä. Lisäksi on tarve selvittää, johtuiko aineiston puute liikkumattomuudesta vai siitä, ettei laiteta tai sovellusta käytetty. Jotta tietoa saataisiin kattavasti otokseen poimituilla,

vaikuttaa tuntuva palkkio (suuruusluokkaa 50 euroa tai enemmän) olevan välttämätön. Tällöin kuitenkin kallista puhelinkontaktointia pystytään vähentämään.

2.3.8 GPS-signaalista liikkumistietoihin

Kaikki paikannusperusteiset menetelmät tarvitsevat tulkinnan siitä, miten kerätty tieto muutetaan tiedoksi liikkumisesta. Seuraavaan taulukkoon on koostettu esimerkkejä tarvittavista algoritmeista kerätessä tietoja GPS-tallentimista tai älypuhelimista. Menetelmät, matemaattiset mallit ja algoritmit riippuvat käytetystä teknologiasta ja ovat osittain laitekohtaisia.

Taulukko 6 GPS-signaalin tulkinta-algoritmit liikkumistutkimuksissa (Wolf et al. 2014 ja Stopher 2005)

Algoritmityyppi	Kuvaus
formaatti-muunnokset	<ul style="list-style-type: none"> ■ paikallisen ajan määrittäminen ■ muunnos pituusasteista → itä/länsi ■ muunnos leveysasteista → pohjois/etelä ■ pohjoisen pallonpuoliskon käsittely, jos tarpeen ■ etäisyyden laskenta pituus/leveysasteista ■ matka-ajan laskenta perustuen keskiyön nolla-aikaan ■ lasketaan edellisestä tietueesta kulunut aika ■ lasketaan todellinen päivämäärä ja viikonpäivä
raaka-aineiston siivous	<ul style="list-style-type: none"> ■ poistetaan pisteet, jotka perustuvat liian harvoin satelliitteihin. Näiden HDOP arvo on liian suuri (epäluotettava). ■ poistetaan nollanopeuspisteet ja pisteet, joiden sijaintimuutos on marginaalisen pieni sekä pisteet, joissa suunta muuttumaton. ■ edellä mainittujen muutosten vuoksi tehdään uudelleen formaattimuutoksiin liittyvät laskelmat
matkan loppupään tunnistaminen	<p>Seuraaville tilanteille käytetään kullekin omaa algoritmejaan</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ matkan määrällisen tunnistus ajoneuvoihin kytketyissä laitteissa virran ollessa päällä tai kytketyessä pois ■ matkan määrällisen tunnistus mukana kulkevissa laitteissa ■ matkan määrällisen havainnointi, kun suunta muuttuu, mutta pysähdys hyvin lyhyt tai ei havaittavissa ■ päättely, milloin matka päättyy ja uusi alkaa silloin, kun signaali katoaa kesken oletetun matkan. ■ päättely, onko signaali kadonnut matkan alkupäässä (kylmäkäynnistys) ja tämän tiedon korjaus. GPS-tallennin/ älypuhelin voi katkaista paikallaanolon aikana signaalin tallentamisen, ja uuden tallennuksen alkaminen yleensä kestää jonkin aikaa, jolloin matkan todellisen alkamis- ja loppumispisteen päättely on tarpeen. Tähän päättelyyn on kehitetty erilaisia algoritmeja, joissa hyödynnetään sekä itse GPS-aineistoa, siitä laskettuja tunnuslukuja että vastaajan taustatietokyselyssä antamia tietoja.
katukuilukorjaus	<ul style="list-style-type: none"> ■ GPS-signaali katoaa helposti, kun liikutaan lähellä korkeita rakennuksia tai esimerkiksi puuistutusten alla. Sekä talojen seinät että puut rajoittavat satelliittinäköalaa. Kun käytettävissä on alle neljä satelliittia, on sijaintitarkkuus keho ja HDOP:n arvo suuri. Samoin käy esimerkiksi tunneleissa ja

Algoritmityyppi	Kuvaus
	<p>kun matkustetaan joukkoliikennevälineessä. Näissä tilanteissa GPS-tietoa voidaan korjata erilaisilla algoritmeilla, jotka ottavat huomioon tiedot katukuilujen sijainnista, tunneleista ja käytetyistä joukkoliikennevälineistä. Mahdollisuudet erilaisten algoritmien toteuttamiseen riippuvat laitteen sisältämistä ominaisuuksista¹⁹. Esimerkiksi painovoimamittari/ kiihtyvyyssanturi auttaa ilmiön korjaamisessa merkittävästi. Nämä laitteet ovat kuitenkin selvästi kalliimpia kuin pelkkä GPS-tallennin. Korjaukset edellyttävät luonnollisesti ulkoisten paikkatietoaineistojen hyödyntämistä. Myös muunlaista tietoa voidaan hyödyntää, esimerkiksi liikenneolosuhteet ovat myös katukuilu ympäristössä yleensä muuta liikennettä hitaampia. Käytettyjä algoritmeja on useita. Katukuiluefektin välttämiseksi on tiiviissä keskustaympäristössä mahdollista hyödyntää Wifi-verkkoa.</p>
karttanäkymä	<p>Kun edellä mainitut korjaukset on tehty, voidaan matkat näyttää kartalla ja tähän tarvitaan luonnollisesti omat ohjelmistonsa. Karttanäkymä on tarpeen kaksoistutkimuksissa. Kartalla voidaan näyttää mahdolliset päätelmät kulkutavasta ja matkan tarkoituksesta, jos näitä päätelmiä on tehty.</p>
kulkutavan vaihtumisen päättely	<p>Kulkutavan vaihtumisen päättelemiseksi on esitetty erilaisia algoritmeja:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ nollanopeuteen ja loogiseen kulkutapojen järjestykseen perustuva päättely. Esimerkiksi suora siirtyminen bussista autoon ei ole mahdollinen. ■ vaihtopaikkojen tunnistaminen GIS-aineistosta ■ edellinen menetelmä yhdistettynä nopeustiedon hyödyntämiseen sekä erityyppisten pisteiden tunnistaminen: kävelyn päätyminen, kävelyn alku, puuttuvan signaalin päätyminen
kulkutavan päättely	<p>Kulkutavan päättelyyn on testattu erilaisia algoritmeja. Käytännössä erilaisia mahdollisia kulkutapoja on useita kymmeniä. Kulkutapa-algoritmit pyrkivät päättelemään oikean kulkutavan muutamasta yleisimmistä käytössä olevasta vaihtoehdosta.</p> <p>Kulkutavan päättelyalgoritmeja on sääntöpohjaisia, todennäköisyysmalliin pohjautuvia ja tekoälypohjaisia. Päättelyalgoritmit ovat yleensä vaihtoehtoja poissulkevia algoritmeja. Todennäköisyysmalli voi olla esimerkiksi logittimalli. Tekoälypohjaisia malleja ovat sumean logiikan ja neuroverkkojen päättelyalgoritmit. Wolf et. al. 2014 referoivat tutkimusta (Lawson et al. 2010). Tämän tutkimuksen mukaan edellä mainituista algoritmeista parhaiten kulkutapa pystyttiin päättelemään neuroverk-</p>

¹⁹ Silloin, kun laite on kadottanut satelliittiyhteyden, voidaan sijainnin arvioinnissa käyttää laskennallista sijainnin määrittämistä aiempiin tunnettuihin sijaintipisteisiin perustuen.

Algoritmityyppi	Kuvaus
	komenetelmällä. Vertailu tehtiin samassa kontrolloidussa testiympäristössä. Neuroverkkoalgoritmillä kulkutapojen päättely kyseisissä olosuhteissa onnistui 84 prosentissa matkoista. Yleensä päättelyalgoritmit tunnistavat eri kulkutapoja eri tarkkuudella. Esimerkiksi kävely voidaan tunnistaa kohtuullisen hyvin, mutta joukkoliikenne heikommin. Joskus taas bussiliikenne ja henkilöautoilu sekoittuvat. Parhaatkaan tulokset eivät ole vielä riittävän hyviä kulkutapaosuuksien luotettavaan päättelyyn. Luotettavuustarve on lähes sataprosenttinen kulkutavasta riippumatta.
reitin päättely	Reitin päättelyalgoritmit perustuvat karttasovitukseen. Tässä GPS-koordinaatit yhdistetään pääsääntöisesti lähimpään liikenneverkon linkkiin. Päättelyssä on otettava huomioon myös reitin eheys sekä mahdollisuus, että henkilö on kulkenut kuvattun liikenneverkon ulkopuolella (esimerkiksi rakentamattomalla alueella tai suurella kentällä). Myös reitinpäättelyalgoritmeja on kehitetty useita.
matkan tarkoitus	Matkan tarkoituksen päättely luotettavasti on osoittautunut kaikkein haasteellisimmaksi tehtäväksi. Yleensä algoritmit tarvitsevat paljon taustatietoja henkilön tyypillisimmistä matkakohteista, kuten kodin, työpaikan, lapsen päivähoitopaikan ja koulun sekä käytettyjen kauppojen sijainnista. Lisäksi päättelyssä hyödynnetään tietoja, kuten ”tavallisesti alle kouluikäisten lasten äidit hakevat tähän kellonaikaan lapsensa päiväkodista”, matka lienee siis tarkoitukseltaan ”lapsen nouto päiväkodista”. Jos eri kaupungeissa/ maissa/ kulttuureissa tavat poikkeavat toisistaan, on myös päättelyalgoritmit sovitettava paikallisten tapojen mukaisiksi. Matkan tarkoituksista parhaiten pystytään tunnistamaan yleensä säännöllisimmin toistuvat matkat.

Matkan tarkoituksen päättely epäsuorasti GPS-signaalista, ulkoisista aineistoista ja vastaajan taustatiedoista perustuu olettamukseen, että liikkumisen logiikka ja syyt eivät muutu. Siten tämän kaltainen tutkimustapa ei liene paras mahdollinen liikkumistottumusten muutosten arviointiin. Liikkumistottumukset eivät yleensä muutu kovin merkittävästi vielä vuodessa tai parissa, mutta esimerkiksi aiemmin kuuden vuoden välein toteutetuissa henkilöliikennetutkimuksissa matkojen tarkoituksissa oli jo havaittavissa selkeä ero. Epäsuoraan mittaukseen perustuvissa tutkimuksissa muutokset voivat osittain jäädä havaitsematta, sillä ne perustuvat oletukseen, että uuden teknologian käyttötapa ja käytön yleisyys suhteessa liikkumisen logiikkaan ei muutu. Sama vaatimus koskee kulkutavan päättelyalgoritmia.

Koska kulkutavan päättelyalgoritmit perustuvat pitkälti liikkumismuotojen ja ympäristön fyysisiin ominaisuuksiin, voidaan ajatella, että riittävän laajat kaksoistutkimukset erilaisilla liikkujilla, eri ympäristössä ja eri sääolosuhteissa tuottaisivat riittävän tiedon useimmin käytettyjen kulkutapojen päättelyyn yhdessä tarvittavien ulkoisten aineistojen kanssa.

Tilastollisissa otantatutkimuksissa asetetaan usein tavoitteita tiedon luotettavuudelle. Tavoitteena voi olla vaikkapa, että joukkoliikenteen kulkutapaosuus tulisi voida päätellä ± 2 prosenttiyksikön tarkkuudella 95 prosentin luottamustasolla. Jos joukkoliikenteen kulkutavan tunnistaminen ei onnistu varmuudella, on tämän tapaisia luottavuustavoitteita vaikea asettaa.

Tiedonkeruuseen ja päättelyyn liittyvä teknologia on vielä voimakkaan kehityksen vaiheessa. Tämä tarkoittaa, että kun algoritmit kehittyvät tai datan sisältö mittaustekniikan kehittymisen vuoksi muuttuu, on hyvin vaikea päätellä, mikä osa eri vuosina saaduista tuloksista johtuu muutoksista henkilöliikenteessä ja mikä osa algoritmikehityksestä ja mittaustekniikan muutoksista. Asiaa on havainnollistettu seuraavassa kuvassa.



Kuva 4 Mittausteknologian ja algoritmikehityksen aiheuttama haaste tulosten tulkinnassa eri ajankohtien välillä.

Älypuhelin- ja GPS-tallennintutkimuksiin osallistuvien vastaajien joukko harvoin vastaa perusjoukkoa. Tämä ongelma voidaan kuitenkin ratkaista siten, että tutkimuksen rinnalla toteutetaan riittävän laaja tutkimus perinteisin menetelmin, jolloin matkojen syyt ja käytetyt pääkulkutavat saadaan selville mahdollisimman hyvin perusjoukkoa kuvaavasta otoksesta ja GPS-aineistoja käytetään matkan osien ja reittien tunnistamiseen. Tällainen tieto on hyödyllistä esimerkiksi liityntäliikenteen mallintamisessa sekä kävelyn ja pyöräilyn reitinvalinnan mallintamisessa. Näistä ei perinteisin menetelmin saada riittävästi tietoa. Tarvittava vertailuaineisto on kuitenkin mittava.

Singaporessa hyödynnetyn Future Mobility Survey (FMS) -järjestelmän kehittämisen lähtökohtana oli hyvin toimiva pysähdystunnistusalgoritmi, sillä mahdollisimman oikein tunnistetut pysähdykset vaikuttavat voimakkaasti siihen, kuinka hyvin vastaajat hahmottavat tekemänsä matkat ja pystyvät palauttamaan ne mieleensä. Myös järjestelmään kuuluva kulkumuotojen tunnistusalgoritmi toimii paremmin, kun pysähdykset on tunnistettu onnistuneesti. (Zhao et al. 2014) Myös Montini et al. huomasivat GPS-tallentimilla tekemässään tutkimuksessa pysähdystunnistuksen laadun merkityksen (Montini et al. 2013).

Geurs et al. ovat tutkineet älypuhelinsovelluksella kerätyn aineiston laatua ja heidän tutkimuksessaan 20 – 25 prosenttia matkoista jäi tunnistamatta automaattisesti. Lyhyitä matkoja ja lyhytkestoisia pysähdyksiä jäi erityisen paljon tunnistamatta. Kaiken kaikkiaan matkoja kuitenkin tunnistettiin enemmän kuin mitä suurissa lomaketutkimuksissa vastaajat tyypillisesti ilmoittavat. Kulkumuodot Geursin et al. tutkimuksessa tunnistettiin oikein 75 prosentille matkoista. Eräitä yleisesti käytettyjä kulkumuotoja tunnistettiin väärin erityisen usein. Kiihtyvyyssmittauksia ja tietoja joukkoliikenteen reiteistä tai asemista ei kuitenkaan ilmeisesti hyödynnetty. (Geurs et al. 2014).

Tiedonkeruun kattavuudessa eroja

Montini et al. vertailivat tutkimuksessaan älypuhelinsovelluksella kerättyjä matka-aineistoja erillisten GPS-tallentimien tiedoista muodostettuihin. Älypuhelinsovelluksella matkatiedot kerättiin reaaliaikaisesti ja erillisellä GPS-tallentimella kerätyt tiedot luettiin ja analysoitiin jälkikäteen. Lisäksi osallistujat pystyivät tarkistamaan ja korjaamaan älypuhelimella kerätyt matkatiedot erillisen sovelluksen avulla älypuhelimellaan, mutta eivät tietokoneellaan. (Montini et al. 2014)

Tutkimus ei ollut varsinainen liikkumistutkimus, vaan liittyi ekologiseen liikkumiseen kannustavan älypuhelinsovelluksen pilotointiin. Vertailussa tehtiin kuitenkin useita hyödyllisiä havaintoja. Älypuhelinsovelluksesta pidettiin onnistuneena, mutta havaittiin myös, että laadun varmistamiseksi tarvitaan paljon yhteydenpitoa osallistujiin. Älypuhelinsovelluksella kerättyjen näytteiden aikavälit olivat pidempiä ja vaihtelevampia kuin erillisillä GPS-tallentimilla koottujen. Lisäksi tutkijat kokivat haastavaksi matkatiedon tunnistustoimintojen kalibroinnin erilaisia älypuhelimia varten. Erillisillä tallentimilla aineistoa kertyi enemmän kuin älypuhelimilla, mutta syitä tälle ei pohdittu tutkimuksessa riittävästi. Tästä pystyttiin tutkimuksessa kuitenkin päättelemään, että erilliset GPS-tallentimet ovat tarpeen, kun tarvitaan tarkkaa ja kattavaa aineistoa.

Sekä älypuhelimilla että erillisillä GPS-tallentimilla kerätyistä aineistoista on pystytty usein tunnistamaan enemmän matkoja ja pysähdyksiä kuin mitä vastaajat ovat ilmoittaneet lomakepohjaisissa liikkumistutkimuksissa (NYMTC & NJTPA, 2014; Kouril et al. 2014; Geurs et al. 2014). Lisäksi Montinin et al. vertailututkimuksessa havaittiin, että erillisillä tallentimilla aineistoa kertyy enemmän ja se on kattavampaa kuin älypuhelinsovelluksilla (Montini et al. 2014). Toisaalta kaksoistutkimusten perusteella tiedetään myös, että puhelinta ja GPS-tallenninta ei aina kanneta mukana ja haastattelu- ja kyselytutkimuksissa ilmoitetaan matkoja, joista ei ole tallentunut GPS-signaalia.

3 GPS-tallentimen ja älypuhelinsovelluksen yhteistestaus Helsingin seudulla

3.1 Menetelmäkuvaus

3.1.1 Tiedonkeruuprosessi

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää paikannusmenetelmien soveltuvuutta otantapohjaisen henkilöliikennetutkimuksen tiedonkeruumuodoksi. Testattaviksi tutkimuspäivän matkojen tiedonkeruumuodoksi valittiin GPS-tallentimet ja älypuhelinsovellus. Menetelmien arvioitiin herättävän otokseen valituissa vähiten epäluuloja, koska kummassakin menetelmässä vastaaja voi itse kontrolloida, milloin paikannus on päällä ja milloin ei. Näihin menetelmiin viitataan myös kansainvälisessä kirjallisuudessa paikannusmenetelmistä kaikkein useimmin, kun tutkimus koski henkilöliikenteen matkoja kokonaisuutena.

Tutkimuksessa selvitettiin väestörekisteristä Helsingin seudulta poimitun tuhannen hengen otoksen avulla, miten otantapohjainen henkilöliikennetutkimus voitaisiin toteuttaa älypuhelinsovelluksen ja GPS-tallentimen yhteistutkimuksena. Yhteistutkimukseen päädyttiin, koska

- kaikkien vastaajien ei uskottu haluavan tai osaavan ladata sovellusta puhelimelle
- kaikilla ei ole sopivaa puhelinta tai käyttöjärjestelmäversiota. Tässä tutkimuksessa vaatimuksena oli kohtuullisen tuoreet Android- tai iOS-käyttöjärjestelmät.

Niille henkilöille, joille löydettiin puhelinnumero, soitettiin ja kysyttiin kiinnostusta osallistua tutkimukseen. Ensisijaisesti tutkimuksessa vastaajille tarjottiin tiedonkeruumenetelmäksi vain älypuhelinsovellusta. Samassa yhteydessä mainittiin 10 euron lahjakortti taustatietokysymyksiin vastanneille ja sijaintitiedot tallentaneille. Vasta, jos sovelluksen käyttö ei ollut mahdollista, ehdotettiin mahdollisuutta osallistua tutkimukseen erillisellä GPS-tallentimella, joka postitettiin osallistujille. GPS-tallentimen valinneille kerrottiin vasta puhelun lopuksi, että tallentimen palauttaville lähetetään sähköpostilla 10 euron lahjakortti. Ennako-oletuksena oli, että tuhannen hengen otoksesta älypuhelinsovelluksella tutkimukseen osallistuisi kaikkiaan noin 240 henkilöä ja GPS-tallenninta käyttäisi noin 50 henkilöitä. GPS-tallentimien hankinta mitoitettiin tämän oletuksen mukaiseksi.

Tutkimukseen osallistumista tiedusteltiin puhelimitse seuraavasti:

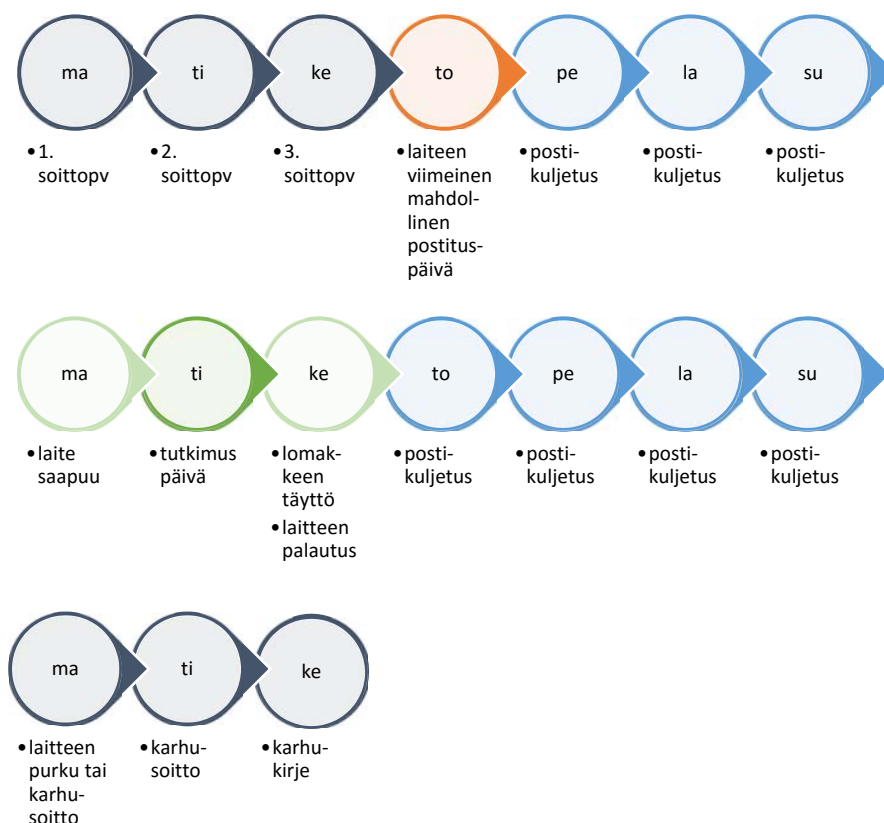
Teidät/sinut on valittu tutkimukseen satunnaisesti Helsingin seudun liikkumistutkimukseen, joka toteutetaan älypuhelimella tai vaihtoehtoisesti jos Teillä/sinulla ei ole sopivaa puhelinta, erillislaitteella.

Tiedustelisimme halukkuuttanne/halukkuuttasi osallistua tutkimukseen. Älypuhelimella vastaamiseen aikaa menee keskimäärin 10 minuuttia.

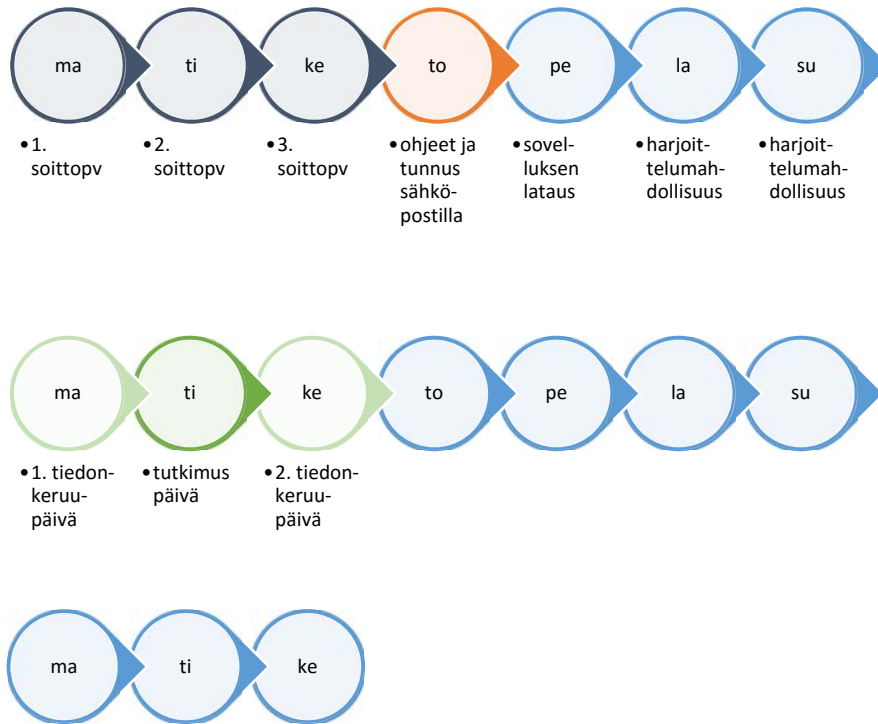
Jos Teillä/sinulla ei ole käytössäne tutkimukseen sopivaa puhelinta, voimme myös lähettää Teille/sinulle yhden päivän ajaksi erillislaitteen, jota voitte kantaa mukanaanne liikkuessanne.

Älypuhelinsovelluksen tiedonkeruujaksoksi ilmoitettiin kolme vuorokautta, koska aiemmissa kokeiluissa on osoittautunut, että vastaajilla saattaa mennä muutama päivä sovelluksen lataamisen ja käytön opettelussa. Kolmen päivän tutkimusjaksosta keskimäinen valittiin varsinaiseksi tutkimuspäiväksi, mutta tätä ei mainittu etukäteen vastaajille. GPS-tallentimen tiedonkeruujakso oli yksi vuorokausi. Tutkimuspäivät oli kummassakin tiedonkeruumenetelmässä määrätty satunnaisesti ennakkoon eikä osallistuja voinut niitä muuttaa, sillä tavoitteena oli säilyttää tältä osin tutkimuksen tilastollinen luotettavuus. Jos vastaajat saavat itse valita tutkimuspäivän, ei lopputulos enää vastaa keskimääräistä liikkumista.

Tutkimuspäivän kiinnittäminen johti myös siihen, että puhelintavoittelu-aika jää suhteellisen lyhyeksi. Soittelu ei kannattanut aloittaa liian aikaisin, jotta vastaajat muistavat tutkimusjakson. Toisaalta soittelu on katkaistava, kun viimeinen mahdollisuus lähettää GPS-tallennin ennen tutkimuspäivää lähestyy. Samoin vastaajien on voitava tutustua älypuhelinsovelluksen lataukseen ja käyttöön ennen tiedonkeruun aloittamista. Näiden reunaehtojen vuoksi tutkimuksessa päädyttiin kolmeen puhelintavoittelupäivään. Kunkin otokseen valitun henkilön kohdalla tiedonkeruuprosessin suunniteltiin etenevän kuvien 5 ja 6 mukaisesti. Esimerkissä tutkimuspäivä on tiistai.



Kuva 5 Suunniteltu periaatteellinen tavoittelu- ja tiedonkeruuprosessi osallistujan näkökulmasta, kun vastaaja valitsi GPS-tallentimen: esimerkissä tutkimuspäivä on tiistaina.



Kuva 6 *Suunniteltu periaatteellinen tavoittelu- ja tiedonkeruuprosessi osallistu-jan näkökulmasta, kun vastaaja valitsi älypuhelinsovelluksen; esimer-kissä tutkimuspäivä on tiistaina.*

Tiedonkeruuprosessin jatkovaiheet älypuhelinsovelluksen valinneille

Haastattelija tarkisti älypuhelimien mallin ja käyttöjärjestelmän. Mikäli nämä olivat tutkikukseen sopivat ja vastaaja suostui lataamaan sovelluksen, lähetettiin vastaajalle sähköpostitse tarkemmat ohjeet, miten sovelluksen saattoi ladata puhelimelleen. Linkki sovellukseen toimitettiin samassa yhteydessä. Tarvittava ohjeistus oli niin pitkä, ettei sen katsottu toimivan älypuhelimien näytöllä. Sähköpostiosoite ja puhelinnumero ovat tarpeellisia myös jatkoyhteydenpidossa, mikäli sovelluksen asentamisessa tai käytössä havaitaan ongelmia. Android-sovelluksen käyttöohje on liitteessä 2 ja iOS-sovelluksen liitteessä 3. Koska otantapohjaisessa tutkimuksessa on välttämätöntä, että henkilöt voidaan jälkikäteen yksilöidä, lähetettiin vastaajille sähköpostissa henkilökohtaiset tunnuksot, joilla he pystyivät kirjautumaan älypuhelinsovellukseen. Android- ja iOS-laitteille oli oma viestinsä. Viestissä oli maininta tutkimuksen aihepiiristä, tiedonkeruutavasta, sijaintitiedon keräämisestä, tutkimusjaksosta, sovelluksen latauksen verkko-osoite, henkilökohtainen kirjautumistunnus, maininta lahjakortista sekä yhteystiedot lisätietoja tarvitseville.

Älypuhelinsovelluksessa kysyttiin myös rajattu joukko taustatietokysymyksiä, joihin osallistuja saattoi vastata haluamanaan ajankohtana. Sovellus lähetti tiedot matkojen raaka-aineistosta keskitetylle palvelimelle, jossa pääteltiin matkat, pysähdykset, matkojen osat ja käytetyt kulutavat. Päätelytulokset ja tiedonkeruun onnistuminen analysoitiin yhdessä tutkimuksen GPS-tallenniniosion kanssa.

Tiedonkeruuprosessin jatkovaiheet GPS-tallentimen valinneille

GPS-tallenninvaihtoehdon valinneilta kysyttiin taustatiedot puhelinhaastattelun yhteydessä. Taustatietokysymykset olivat samat kuin älypuhelinsovellusosiossa. Puhelin yhteydenoton aikana GPS-tallenninvaihtoehdon valinneille kerrottiin tutkimuspäivä, jona vastaajaa pyydettiin käyttämään laitetta. Laite ohjeistettiin painamaan päälle aamulla ennen ensimmäistä matkaa ja sammuttamaan illalla tai yöllä viimeisen matkan jälkeen. Laitteen mukana lähetettiin myös saatekirje, laitteen käyttöohje ja palautuslomake. Saatekirjeessä oli maininta tutkimuspäivästä ja 10 euron lahjakortista laitteen palauttaneille. Lahjakortin saannin ehtona ei ollut laitteen käyttö oikeana päivänä. Lomake ei sisältänyt mainintaa sovitusta tutkimuspäivästä. GPS-tallentimet ja niiden mukana lähetetyt vastauslomakkeet oli yksilöity. Lomakkeella kysyttiin samalla:

- minä päivänä henkilö käytti laitetta
- miten laitteen käyttö oli onnistunut juuri tutkimuspäivänä (ongelmitta, unohti käyttää, käytti toisena päivänä, käytti vain osan päivästä) tai oliko käytössä muita vaikeuksia
- millaisena osallistuja piti laitteen ominaisuuksia (koko, paino, karttanäytön puuttuminen, muu arvio)
- mikä olisi sopiva laitteen käyttöaika.

Sekä tallennin että täytetty lomake pyydettiin palauttamaan postitse, minkä jälkeen laitteen tiedot purettiin. Purun yhteydessä tarkistettiin tietuekoko ja valmisteltiin laite seuraavaa käyttäjää varten. Palauttaneille lähetettiin sähköpostitse 10 euron lahjakortti. Paperilomakkeiden vastaukset analysoitiin. GPS-laitteiden²⁰ tiedot analysoitiin matkojen, osamatkojen ja kulkutavan päättelemiseksi. Päätteletulos, puhelimitse kerätyt taustatiedot ja paperilomakkeiden tiedot analysoitiin lopuksi yhdessä älypuhelinsovellusosion kanssa.

3.1.2 Käytetyt GPS-tallentimet

Tutkimuksessa yhtenä tavoitteena oli, että sekä älypuhelinsovelluksesta että erillisestä GPS-tallentimesta saatava aineisto olisi jatkokäsiteltävissä samalla algoritmillä, joka päättelee matkojen alku- ja loppupisteet, osamatkat ja kulkutavat. Tämän vuoksi laitteessa tuli olla ajan ja paikan tallentamisen lisäksi mahdollisuus mitata kiihtyvyyttä. Siksi erilliseksi GPS-tallentimeksi valittiin kotimainen Haltian Products Oy:n toimittama Thingsee-tallennin. Laitteessa oli myös muita antureita, joita ei kuitenkaan tässä työssä hyödynnetty. Näitä lisäantureita olivat 3D-kiihtyvyyssanturi, gyroskooppi, lämpötilan ja ilmankosteuden mittarit sekä valaistusolosuhteiden mittari. Laite on mahdollisuus räätälöidä kulloisenkin tarpeen mukaisesti. Laite on tarvittaessa kiinnitettävissä alustaansa ruuveilla. Laite voidaan kytkeä matkapuhelinverkkoon, jolloin tiedonsiirto on automatisoitua.

Thingsee

Thingsee-laitteen mittausrakenne mahdollistaa selvästi älypuhelimia monipuolisemman ja tiheämmän mittaustavan, jolloin mm. kulkutavan, liikkumistavan (tärinä, heilahtelut, nousu ym.) ja liikkumisympäristön havainnointi ja päätteletulos on tarkempaa kuin älypuhelimilla tai pelkästään GPS-signaalia välittävällä laitteella. Tässä pilotissa Thingsee-laitteen mittauserä asetukset säädettiin kuitenkin älypuhelinista vastaavaksi il-

²⁰ Vara-GPS-laitteiden tietoja ei analysoitu, kuten kohdassa 3.1.2 on tarkemmin kerrottu.

man kiihtyvyyssatien välitystä, sillä ensisijainen pilotin tavoite oli kuitenkin tutkia menetelmän soveltuvuutta otantapohjaiseksi henkilöliikennetutkimukseksi. Kulkutavan päättelyn kannalta arvokkaan 3D-kiihtyvyyssatien mittaamisesta luovuttiin, sillä laite-toimittajalta ei saatu riittävän ajoissa ohjeita tietomäärän rajaamiseksi niin, että sitä olisi voitu järkevästi käsitellä käytössä olleilla älypuhelinsovelluksen lähettämään tietoon perustuvilla päättelyalgoritmeilla. Valittu mittaustiheys oli sekunti.

Thingsee tunnistettiin jo ennen pilotin alkua tarpeettoman suurikokoiseksi, mutta laitteeseen päädyttiin, koska aikomuksena oli testata myös kulkutavan päättelyalgoritmin toimivuutta ja oleellisesti pienempiä kohtuuhintaisia laitteita ei markkinoilta vielä tuolloin löytynyt. Tilanne muuttui jo vuoden 2016 aikana. Laitetta oli käytössä kaikkiaan 16 kappaletta. Laitteen arvonlisäveroton yksikköhinta oli noin 160 euroa. Vastaa-jille laitteen mukana postitettu käyttöohje on liitteessä 1.

Työn aikana myös opittiin, että laite voidaan lähettää ainakin viikkoa ennen ja ohjelmoida tarkkailemaan esimerkiksi puolen tunnin välein, onko oikea tutkimusajankohta käsillä. Tällöin laite herää tekemään ennakkoon määritellyn mittausohjelman. Tämän jälkeen laite taas ”nukahtaa” vähän virtaa kuluttavaksi ja voidaan lähettää takaisin. Mikäli mittausjakso voi olla esimerkiksi kaksi vuorokautta, ei vastaajan tarvitse huolehtia edes laitteen päälläolosta. Vain sen käyttö sovittuna ajankohtana on varmistettava.

GPS Trip Recorder (iBT747A+)

Pilotissa oli varalaitteina käytössä hieman vanhempaa laitekantaa edustavia GPS Trip Recorder -laitteita (iBT747A+), jotka tallentavat ajan ja paikan, mutta joissa ei ole erillistä kiihtyvyyssanturia. Siten näillä laitteilla kerättyä aineistoa ei analysoitu matkojen, osamatkojen ja kulkutavan päättelyalgoritmillä. Varalaitteita käytettiin, kun Thingsee-laitteet loppuivat kesken. GPS Trip Recorder on aiemmissa tutkimuksissa osoittautunut kooltaan riittävän pieneksi ja kohtuullisen kestäväksi, mutta siinä on tarpeettoman paljon nappuloita ja turhan monimutkainen merkkivalo (Rantala 2009). Vastaa-jille laitteen mukana postitettu käyttöohje on liitteessä 1. Laitteen arvonlisäveroton hinta oli noin 50 – 60 euroa. Tämän tutkimuksen tarpeisiin vanhat laitteet olivat täysin riittävät, sillä päätarkoitus oli menetelmän testaus tiedonkeruuprosessina eikä työhön sisällynyt kulkutavan päättelyalgoritmien kehittämistä eri laitteille.

Thingsee



mitat: L 6,7 cm S 11 cm K 1,9 cm
paino 100 g

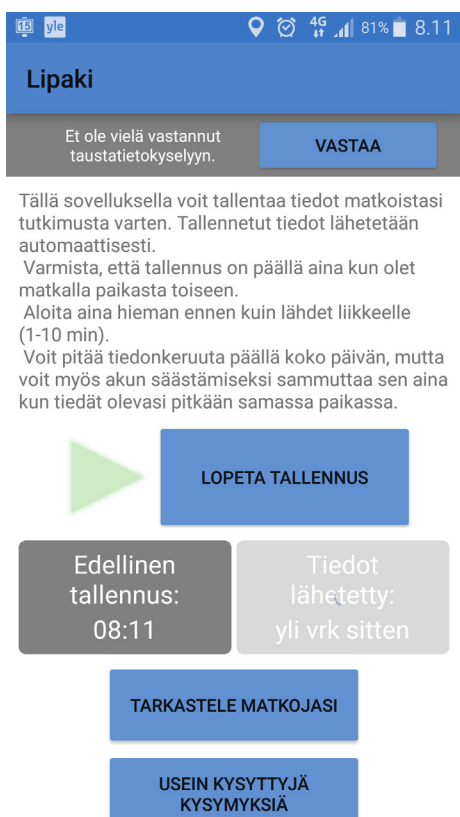
GPS Trip Recorder (iBT747A+)



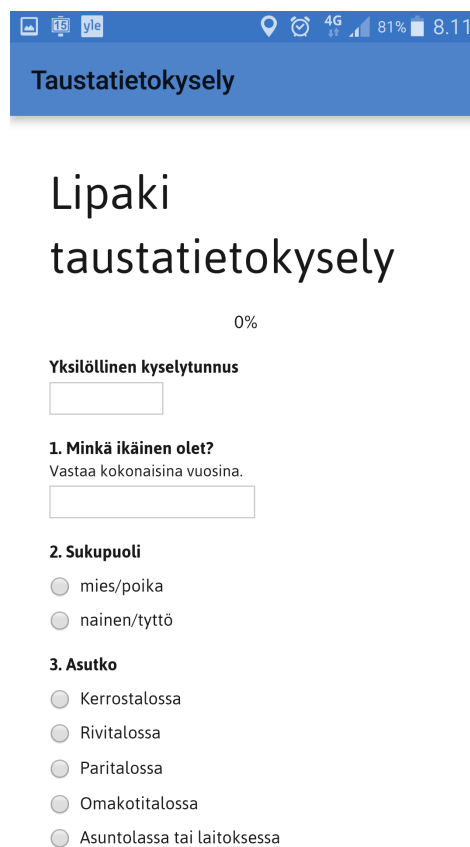
mitat: L 4,6 cm S 7,2 cm K 2,0 cm
paino 70 g

3.1.3 Älypuhelinsovellus

Tutkimuksessa käytettiin varhaisen beta-kehitysvaiheen älypuhelinapplikaatiota, joka oli koodattu Android- ja iOS-käyttäjärjestelmille. Applikaatio tallentaa GPS-pohjaisesti liikkujan reittitiedon ja lähettää tiedot yhdessä kiihtyvyyssantureista tallennettujen tietojen kanssa applikaation kehittäjän palvelimelle, jossa tehdään kulkutavan tunnistus. Android-versiossa GPS-paikannuksen taajuutta pyrittiin optimoimaan kiihtyvyyssantureista saatavan tiedon perusteella akunkulutuksen hillitsemiseksi, kun taas iOS-versiossa paikannus toteutettiin säännöllisellä ennalta määrättyllä taajuudella. Tämän johdosta reittitiedot tallentuvat iOS-versiossa ”ehjemmin” kuin Androidissa, jossa reitteihin saattaa tulla kohtuullisen pitkiäkin jaksoja, joilta ei ole havaintopisteitä. Molemmissa applikaatiossa oli myös ohjaus applikaation kehittäjän serverillä olevaan taustatietokyselyyn, joka oli toteutettu DRUPAL-ohjelmistolla. Tutkimushenkilön yksilöinti tapahtui syöttämällä taustatietokyselyyn tutkimuslaitoksen antama yksilöllinen tunnistus.



Kuva 8 Älypuhelinsovelluksen (LIPAKI) päänäyttö



Kuva 9 Näkymä taustatietokyselyyn

Matkojen ja kulkutavan tunnistus

Applikaatio tunnistaa älypuhelimien käyttäjän matkojen tiedot kulkumuotoineen käyttäen älypuhelimien paikannustoimintoja ja kiihtyvyyssanturia. Kävely tunnistetaan kiihtyvyyssarvojen perusteella ja lisäksi tunnistuksessa hyödynnetään kulkumuoto-kohtaisia aikataulu- tai liikenneverkkoaineistoja, joiden perusteella muut kulkumuodot tunnistetaan.

Matkat tunnistetaan pysähdysten avulla. Pysähdysten keston perusteella päätellään, onko kyse matkan päättymisestä vai esimerkiksi kulkutavan vaihtoon liittyvästä osamatkasta.

Liikkumisdatasta tunnistetaan taustajärjestelmässä säännöllisesti ajettavassa taustaprosessissa osallistujien pysähdykset. Näin pystytään tunnistamaan kaikki lyhyetkin pysähdykset, joista on kertynyt riittävän kattavaa liikkumisdataa. Lyhyiden pysähdysten tunnistaminen mahdollistaa matkaketjun eri osien kulkutavan tunnistuksen.

Kun yksittäinen pysähdystunnistusajo on käynyt läpi kaiken liikkumisdatan tunnistuksen ajohetkeen saakka, taustajärjestelmässä käynnistetään matkojentunnistus. Tällöin tarkastellaan kaikkien varsinaisina aktiviteetteina (vastaajan toimintoina määrättyyn aikaan määrättyssä paikassa) pidettävien pysähdysten väliltä kertynyttä liikkumisdataa ja muodostetaan siitä matkadataa.

Kunkin matkan aikaisesta liikkumisdatasta tunnistetaan kävellen tehdyt osamatkat kiihtyvyyssarvojen perusteella. Samalla saadaan jaettua koko matka osamatkoiksi ja muiden osamatkojen kulkumuototiedot jäävät vielä tuntemattomiksi. Tuntemattomiksi jääville osamatkoille ajetaan aikataulu- ja liikenneverkkoaineistoihin perustuva kulkumuodontunnistus.

Kulkumuodontunnistuksessa käydään läpi kunkin tunnistettavan osamatkan liikkumisdatapisteet. Pisteytykset lasketaan määrittämällä ensin maantieteellinen etäisyys pisteestä kulkumuodon verkon lähimpään sijaintiin ja lisäämällä etäisyyteen käänteisesti verrannollinen pisteluku kulkumuodon pisteytykseen. Aikataulun mukaan kulkevista kulkumuodoista voidaan kerryttää pisteytystä myös vertaamalla liikkumisdatapisteen ajanhetkeä lähimpään kulkumuodon liikennevälineen ohitusaikaan. Kulkutapavaihtoehdot ovat kävely, pyöräily, joukkoliikenne ja auto.

Esimerkiksi, jos piste on lähellä pyörätietä, polkupyörän pisteytys kasvaa. Vastaavasti jos piste on lähellä bussipysäkkiä ja jokin bussi pysähtyy aikataulun mukaan samoihin aikoihin pysäkillä, bussin pisteytys kasvaa. Samalla saadaan tietoon myös kyseisen bussin linjatunnus.

Muiden kulkumuotojen tunnistus tukeutuu taustajärjestelmään toteutettavaan tietokantaan, joka mahdollistaa tehokkaat spatiaaliset haut ja etäisyyksien laskennan aikataulu- ja verkkoaineistoista.

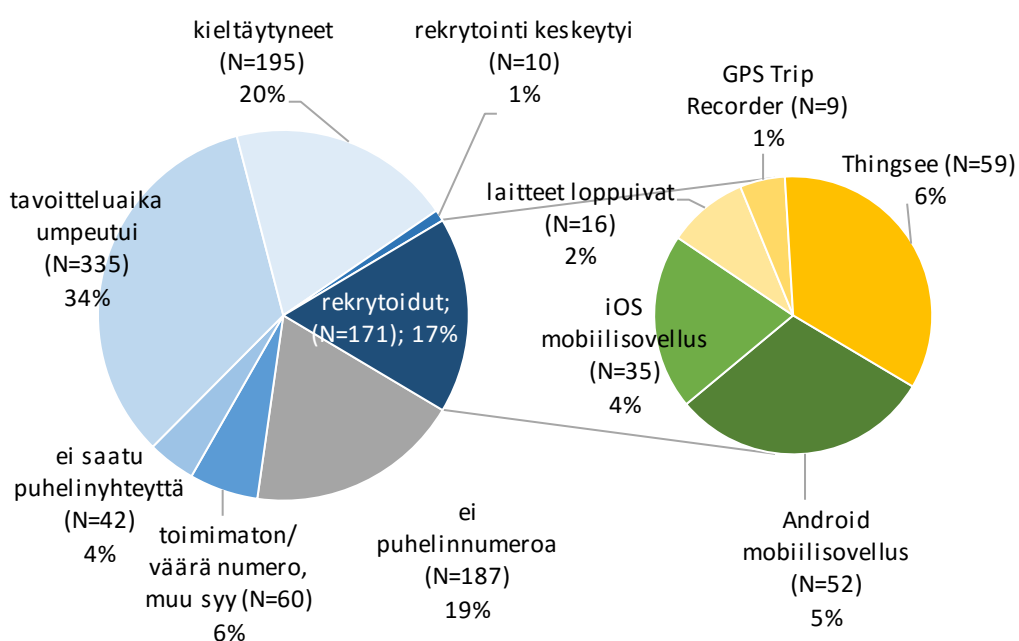
Applikaatioissa oli myös ominaisuus, jolla käyttäjä pystyi selaamaan palvelimella olevaa omaa liikkumisdataansa (matkat ja tunnistetut kulkutavat) ja tarvittaessa palvelimessa tunnistettua kulkutapatietoa.

3.2 Kokemukset testauksesta

3.2.1 Vastausasteet ja yksikkökato rekrytointivaiheessa

Puhelinnumerot löydettiin kaikkiaan 813 henkilölle 1000 hengen otoksesta. Tämä vastaa 81 prosenttia otoksesta. 18 prosenttia otokseen valituista halusi osallistua tutkimukseen, 20 prosenttia kieltäytyi, noin kymmentä prosenttia ei väärän numeron tai muun syyn vuoksi tavoitettu ja muutamana kohdalla rekrytointi keskeytyi (kuva 10).

Otos (N=1000) ja tutkimukseen rekrytoidut (N=171)



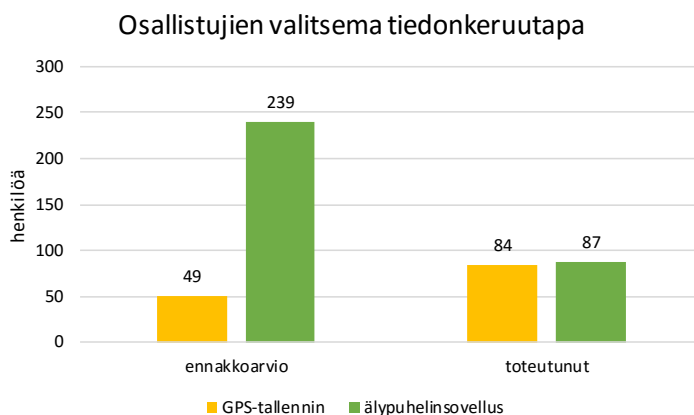
Kuva 10 Väestörekisteristä poimittu otos (N=1000), puhelintavoittelun onnistuminen ja tutkimukseen rekrytoidut (N=171) tiedonkeruutavan mukaan

Jopa kolmasosan kohdalla tavoittelu-aika umpeutui (kuva 10). Kaikkia, joilta tavoittelu-aika umpeutui, oli kyllä tavoiteltu puhelimesta, mutta heitä ei oltu ehditty saada kiinni kolmessa päivässä. Tutkimuksessa varattiin kolme päivää ensimmäisen puhelintavoittelupäivän ja sen hetken väliin, jolloin GPS-tallennin olisi viimeistään pitänyt lähettää tämän tiedonkeräystavan valinneille, jotta laite olisi ehtinyt perille ennen etukäteen määrättyä tutkimuspäivää. Tutkimuspäivän kiinnittäminen satunnaisesti ennakoon vastaajan toiveista tai tiedonkeruun muista kiireistä riippumattomaksi on hyvä keino varmistaa tilastollinen luotettavuus.

Puhelintavoittelu-aikaa voisi nähtävästi lisätä ainakin yhdellä vuorokaudella. Samalla on hyvä ottaa huomioon, että liian pitkä väli henkilön tavoituspäivän ja varsinaisen tiedonkeruun alkamisen välillä voi lisätä unohtumisen tai motivaation laskun riskiä. Tavoitteluajan umpeutuminen on tälle tutkimusasetelmalle ominainen piirre. Yleensä henkilöliikennetutkimuksessa tavoittelua voidaan jatkaa noin viikon ajan tutkimuspäivän jälkeen ja ennakkokirjeen vuoksi asia on ehtinyt tulla vastaajille tutuksi hyvissä ajoin jo ennen tutkimuspäivää. Myös paikannusmenetelmien yhteydessä ennakkokirje on yksi vartenotettava vaihtoehto.

Puhelintavoittelu noin viikkoa ennen osoittautui hyväksi älypuhelinsovellusta ajatellen. Tiedonkeruu onnistui jokseenkin samankaltaisesti kaikkina kolmena tutkimuspäivänä (kuva 16 sivulla 71). Mahdollisesti ainakin osa älypuhelinsovellusvaihtoehtoon päätyneistä oli ladannut sovelluksen jo ennakkoon ja harjoitellut sen käyttöä. Tavoittelujakso sopi kohtuullisen hyvin myös tutkimuksen GPS-tallenninten toimitusaikatauluun. Pääosa GPS-tallentimista oli ehtinyt perille ennen tutkimuspäivää. Postinkulun vaihtelujen vuoksi yksi lisäpäivä olisi poistanut nähtävästi viimeisetkin havaitut toimitusaikatauluun liittyneet ongelmat.

Tavoitusjakson umpeutuessa otokseen valittuja puhelinnumerollisia henkilöitä oli ehditty tavoitella keskimäärin kaksi kertaa kolmen päivän sisällä. Tavoittelukertojen lisääminen olisi voinut vähentää tavoittamattomien määrää, mutta vaikutus on rajallinen. Joissakin yksittäisissä tilanteissa tavoittelu-aika taas umpeutui, koska GPS-tallentimia oli kyseisenä päivänä saatu lähtemään jo niin monta, ettei puhelintavoitteleja kannattanut kyseisenä päivänä jatkaa, jotta ne eivät myöhemmin olisi loppuneet kesken. GPS-tallentimien suosio yllättikin ja pilotin aikana oli jaksoja, jolloin myös varalaitteet pääsivät loppumaan ja tiedonkeruu jouduttiin katkaisemaan tai siirtämään suunnitellusta tutkimuspäivästä (kuva 11). Kuvassa 10 merkintä ”laitteet loppuivat” tarkoittaa taas tilanteita, jolloin vastaaja oli tavoitettu ja lupautunut osallistua tutkimukseen GPS-tallentimella, mutta laitteita ei ollutkaan saatavilla riittävän ajoissa postitettaviksi.



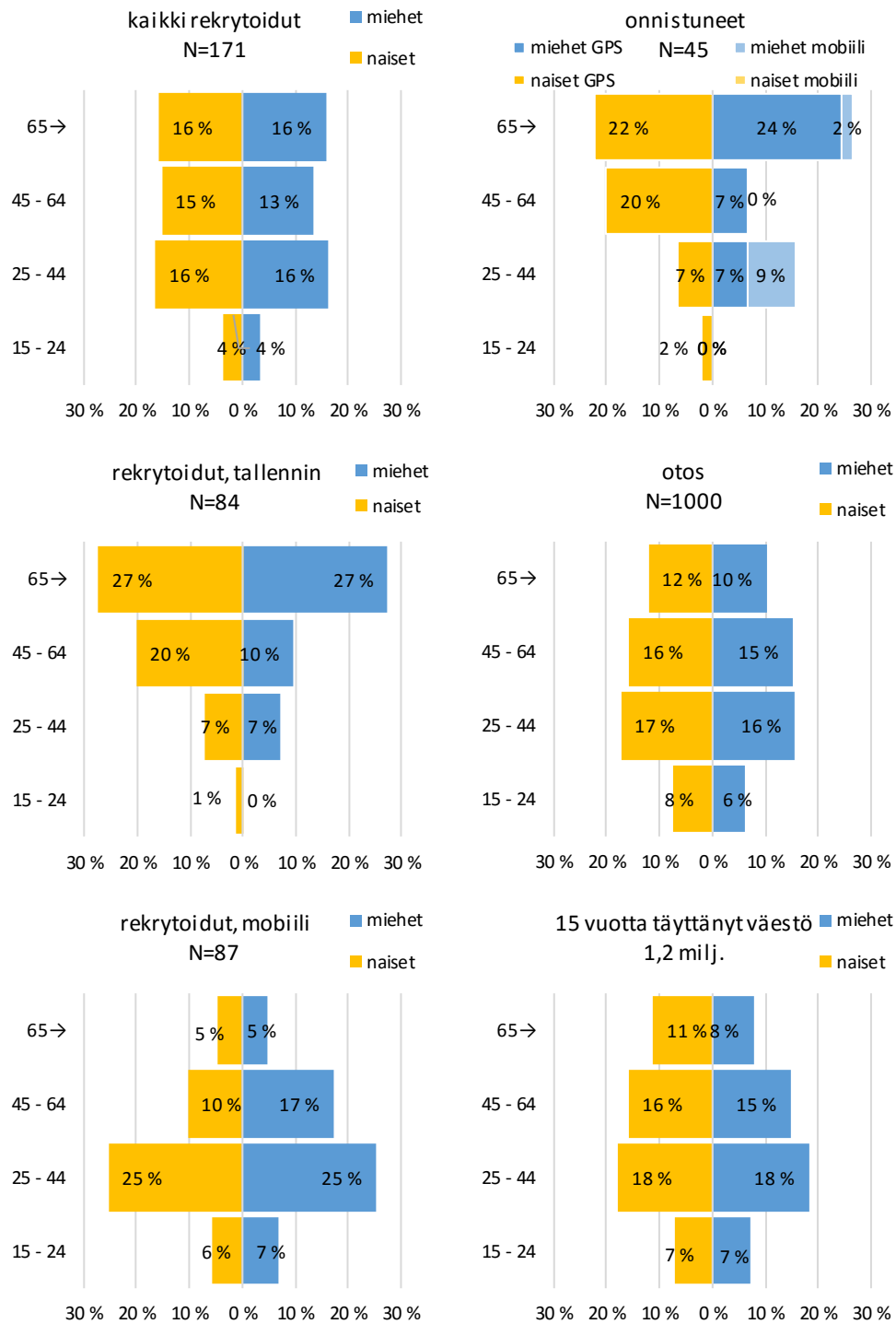
Kuva 11 Ennakkoarvio tutkimukseen osallistuvien valitsemasta matkojen tiedonkeruumenetelmästä ja toteutunut valinta.

Älypuhelinsovelluksen valinneiden joukossa korostuu selvästi nuorten aikuisten joukko (kuva 12). Miehet olivat myös naisia kiinnostuneempia sovelluksen lataamisesta. GPS-tallentimia tarjottiin vasta, jos henkilö ei halunnut ottaa älypuhelinsovellusta käyttöönsä. GPS-tallentimen valinneet olivat keskimäärin muita iäkkäämpiä. Mielenkiintoista on havaita, että vaikka menetelmiin rekrytoitujen väestöprofiilit ovat varsin vinoutuneita, niin kokonaisuudessaan rekrytoitujen profiili muistuttaa pitkälti otosta ja seudun väestörakennetta. Vastaajilla oli kuitenkin vaikeuksia älypuhelinsovelluksen asennuksessa ja käytössä ja siksi vastaamisessa onnistuneiden väestöprofiili on taas vinoutunut perusjoukkoon nähden (kuva 12).

Valmius ladata älypuhelinsovellusta on selvästi iästä ja sukupuolesta riippuvaa. Lataamisesta kieltäytymisen syiksi vastaajat kertoivat, etteivät olleet tottuneet lataamaan sovelluksia tai eivät halunneet sellaisia ladata puhelimelleen. Muutamalla henkilöllä oli käytössään Windows-puhelin, jolla sovellusta ei voitu käyttää ja osalla ei ollut käytössään älypuhelin lainkaan.

Ne henkilöt, joille älypuhelinsovellus ei sopinut, hämmentyivät, kun heille ensin sovellusta tarjottaessa oli mainittu tutkimusjakson olevan kolme vuorokautta, mutta GPS-tallenninjakson vain yhden vuorokauden. Tutkimuksen haastattelija pitikin parempana ratkaisuna, että tiedonkeruujakso olisi ollut kummallakin menetelmällä sama.

Monet vastaajat ilahtuivat, kun kuulivat, että GPS-tallenninta tarvitsi vain kantaa mukana ja palauttaa takaisin. Juuri vaivattomuus olikin monelle peruste suostua tallentimen käyttöön sen lisäksi, ettei omaa puhelinta tarvinnut käyttää. Tämän tutkimuksen yhteydessä ei selvitetty, miten matkan ominaisuustietojen täydentäminen olisi vaikuttanut vastausaktiivisuuteen. Laitteen palauttamisesta luvattua 10 euron lahjakorttia ei pidetty merkittävänä vastausaktiivisuutta lisäävänä tekijänä, eivätkä haastattelijat tätä pyrkineet sellaisena esittämäänäkään. Kun lahjakortista mainittiin puhelun lopuksi, vastaajat vaikuttivat myönteisen yllättyneiltä, että maksetaanko tästä vielä. Lopputulos joka tapauksessa oli, että kaikki uudet Thingsee-laitteet palautuivat ja vanhoista GPS Trip Recorder -laitteista vain yksi jäi palautumatta. Miten merkittävä tekijä lahjakortti oli laitteen palauttamisen näkökulmasta, jäi tässä yhteydessä selvittämättä.



Kuva 12

Tutkimukseen rekrytoitujen, onnistuneesti tutkimukseen osallistuneiden, otoksen ja seudun väestön iän ja sukupuolen jakaumat.

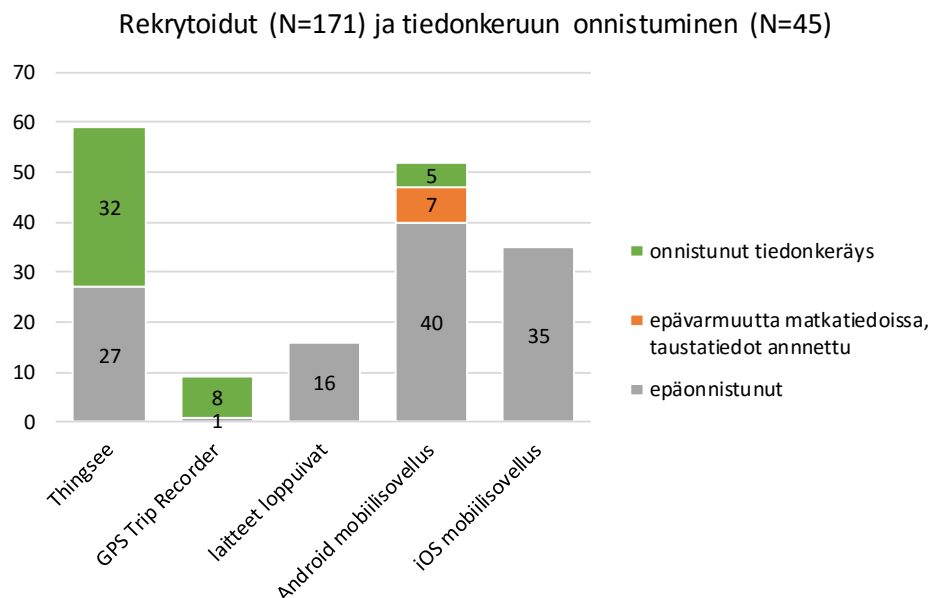
3.2.2 Yleiskuva tiedonkeruun onnistumisesta

Tutkimukseen lupautui osallistumaan kaikkiaan 171 henkilöä. Lopullisesti tiedonkeruusta selviytyneitä oli 45 henkilöä, mikä vastaa 4,5 prosenttia otoksesta ja 26 prosenttia rekrytoiduista. Matalaan onnistumisasteeseen oli lukuisia syitä, joista useisiin voidaan kuitenkin vaikuttaa.

Tiedonkeruun alaikärajaksi asetettiin tässä tutkimuksessa 15 vuotta. Yläikärajaa ei ollut. Tutkimukseen osallistuneista nuorin oli 18-vuotias ja vanhin 88-vuotias. Tiedonkeruusta onnistuneesti selvinneistä nuorin oli 20-vuotias ja vanhin 88-vuotias. Älypuhelinsovellusta onnistuneesti käyttäneistä nuorin oli 27-vuotias ja vanhin 65-vuotias. Nuoria osanottajia oli otoksessa suhteellisen vähän, joten täyttä varmuutta sopivasta alaikärajasta ei saatu. Tämän tutkimuksen kokemusten valossa ikäraja ei ainakaan kannata asettaa alle 15 vuoden. Lasten ja nuorten liikkumista kannattaa selvittää muilla menetelmillä.

Tässä tutkimuksessa vastaus on katsottu onnistuneeksi, jos älypuhelinsovellus tai tallennin on ollut päällä tutkimusvuorokautena yli kaksi tuntia ja taustatietokysymyksiin on vastattu. Kahden tunnin käyttöaika ei luonnollisesti takaa vielä, että kaikkia matkoja olisi tallennettu, mutta tässä työssä ei älypuhelinsovelluksen osalta ollut erillistä keinoa varmistaa, oliko sovellus ollut päällä juuri matkanteon aikaan. Vastaajakohtaiset tallentimien päälläoloajat löytyvät liitteestä 3 ja älypuhelinsovellusten käyttöajat liitteestä 4.

Sekä GPS-tallentimien että älypuhelinsovelluksen yhteydessä on erittäin tärkeää tarkistaa vastaajilta jälkikäteen, mikä osa matkoista jäi tallentamatta, jos laite tai sovellus on ollut käyttämättä, päällä vain osan vuorokaudesta tai vähintäänkin vain osan normaalista valveillaoloajasta (esimerkiksi alle 16 tuntia).



Kuva 13 Tiedonkeruun onnistuminen tutkimuspäivänä.

Suhteessa parhaiten tiedonkeruu onnistui GPS Trip Recorder-tallentimella (89 prosenttia rekrytoiduista), seuraavaksi Thingsee-tallentimella (54 prosenttia), sitten Android-sovelluksella (10 prosenttia). iOS-sovellusosioista ei saatu vastauksia, sillä sovellusta käyttäneitä ei pystytty tunnistamaan. Seuraavassa taulukossa on kuvattu tarkemmin tuloksiin liittyviä taustoja osallistumistavan mukaan.

Taulukko 7 Tiedonkeruun onnistuminen GPS-tallentimilla ja älypuhelinsovelluksilla.

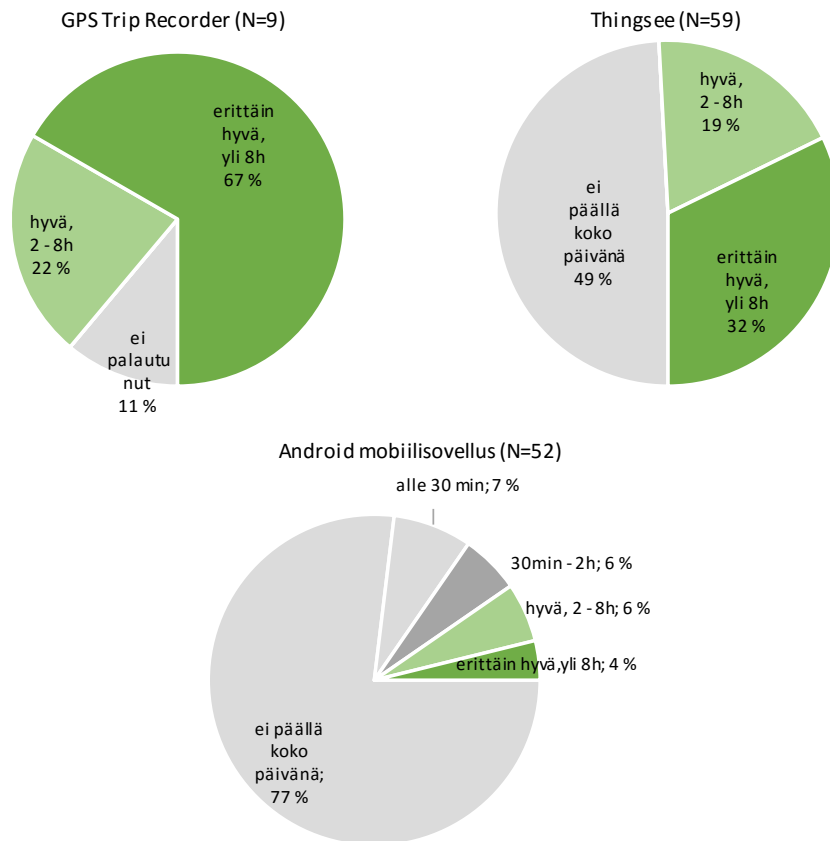
laite ja osallistujat	arvio	onnistuneet	onnistuneet osittain	epäonnistuneet
Thingsee, 59 osallistujaa	laite ollut päällä onnistuneesti, taustatiedot kerätty puhelinhaastattelussa onnistuneesti	30		
	ilmoittanut ettei matkoja, taustatiedot kerätty puhelinhaastattelussa onnistuneesti	2		
	matka-aineisto väärältä päivältä, taustatiedot kerätty puhelinhaastattelussa onnistuneesti			7
	ei lainkaan matka-aineistoa, taustatiedot kerätty puhelinhaastattelussa onnistuneesti			17
	laitteen toimituksessa häiriö (postitus tms.)			3
GPS Trip Recorder, 9 osallistujaa	laite ollut päällä onnistuneesti, taustatiedot kerätty puhelinhaastattelussa onnistuneesti	8		
	laite ei palautunut, taustatiedot kerätty puhelinhaastattelussa onnistuneesti			1
laitteet loppuivat, 16 osallistujaa	kysyntä oletettua suurempi			16
Android mobiilisovellus, 52 osallistujaa	sovellus ollut päällä onnistuneesti tutkimuspäivänä, taustatiedot täytetty mobiilisovelluksella	5		
	sovellus ollut tutkimuspäivänä päällä hyvin vähän aikaa, taustatiedot täytetty mobiilisovelluksella		7	
	matka-aineistoa vain vääriltä päiviltä, taustatiedot puuttuvat			2
	ei Googlen tiliä, tiedonkeräys epäonnistui			8
	ei lainkaan matka-aineistoa, mobiilisovelluksen taustatietokysymyksiin ei vastattu			30
iOS mobiilisovellus, 35 osallistujaa	tiedonkeräys epäonnistui, iOS-sovellusta käyttäneitä ei pystytty tunnistamaan.			35
Yhteensä 171 henkilöä		45	7	119
Osuus rekrytoiduista		26 %	4 %	70 %
Osuus otoksesta		5 %	1 %	12 %

3.2.3 Tallentimien ja sovellusten päälläoloaika ja käyttökokemukset

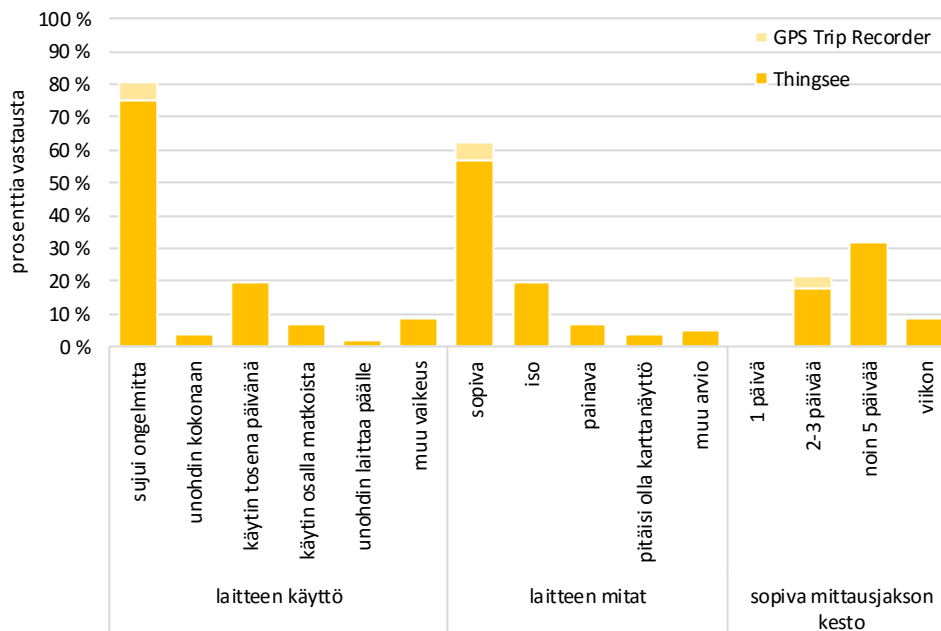
Suhteellisesti parhaiten eri vaihtoehtoista päällä pidettiin GPS Trip Recorderia (kuva 14). Kahta palautunutta laitetta oli pidetty päällä yli kolme tuntia ja kuutta yli kahdeksan tuntia. Syykin on selvä: laite on riittävän kevyt, siinä on selkeästi havaittavissa oleva virtanappula ja valoilmaisin, joka kertoo, milloin laite on päällä ja milloin ei. GPS Trip Recorderia käytettiin vain varalaitteena, kun Thingsee-tallentimet olivat loppu. Sitten vastausjoukko jäi pieneksi. Tulosta voidaan pitää kuitenkin varsin hyvin suuntaa-antavana, ja se vastaa vuonna 2009 toteutetun tutkimuksen tuloksia. GPS Trip Recorderiakaan ei voida pitää täysin optimaalisena tiedonkeruun kannalta, sillä nappuloita ja valon väri vaihtoehtoja on turhan paljon. Laitekanta uusiutuu kuitenkin jatkuvasti, joten hyvin voidaan olettaa, että tarkoitukseen parhaalla mahdollisella tavalla sopiva laite on löydettävissä.

Thingsee-tallentimista noin puolet oli ollut päällä tutkimuspäivänä (kuva 14). Tallentimien valinneilta ei ollut erikseen huomattu kysyä palautelomakkeella, oliko laite ollut käyttämättä, koska henkilö ei ollut liikkunut tutkimuspäivänä. Tätä tulisi kysyä, jotta selviäisi, miksi laite ei ole ollut päällä tutkimuspäivänä. Jos syynä on liikkumattomuus, tiedonkeruuta voidaan pitää onnistuneena, muuten ei. Vain kaksi henkilöä ilmoitti erikseen, ettei liikkunut tutkimuspäivänä ja 25:llä laitetta kiinni pitäneellä tilanne jäi epäselväksi. Näistäkin useimpien laite oli käynyt päällä, mutta matkatietoja ei ollut. Osallistuneiden väestöprofiili huomioiden olisi ollut oletettavaa, että liikkumattomien osuus olisi ollut noin 14 henkilöä. Thingsee valittiin lähinnä erinomaisten teknisten ominaisuuksiensa ja kotimaisuutensa vuoksi, ei niinkään käytettävyytensä puolesta. Käytettävyydeltään ihanteellista kiihtyvyyssanturin sisältänyttä laitetta ei ollut edes saatavilla. Tilanne on vuodessa muuttunut kuitenkin parempaan suuntaan. Thingseen käyttö onnistui selvästi heikommin kuin GPS Trip Recorderin. Syynä voidaan pitää seuraavia seikkoja:

- Thingsee-tallentimessa ei ollut riittävän selkeää valoa, josta olisi selvästi nähty koko ajan, onko laite päällä vai pois päältä. Näytöllä vilahti alkuun tekstiä, mutta tämä oli laitetta ennen käyttämättömälle vain sekavaa.
- Thingseen käyttäjistä 42 (71 prosenttia) ilmoitti laitteen käytön sujuneen ongelmitta. Kaikki eivät siis selvästikään olleet huomanneet, ettei virta ollut kytkettynä (Kuva 15).
- myös virtanappulaa oli vaikea havaita. Se oli upotettu laitteen pinnan tasolle, eikä siinä ollut mustasta pinnasta erottuvaa selkeää väriä.
- käyttöohjeessa (liite 1) kehoitetaan kahteen otteeseen laitteen käynnistämiseen: aamulla ja matkalle lähdettäessä. Osa osallistujista onkin voinut laittaa laitteen päälle aamulla ja yrittänyt tätä uudelleen matkalle lähtiessään, mutta käytännössä sammuttanut laitteen vahingossa juuri, kun matkalle oltiin lähtemässä. Selkeämpi ohje olisi voinut auttaa. GPS Trip Recorderin ohjeessa oli sama piirre, mutta nähtävästi selkeä virran päälläolon ilmaiseva valo pelasti tilanteen.
- laite oli osalle osallistujista liian suuri tai painava koko ajan mukana kannettava



Kuva 14 GPS-tallentimien ja Android-älypuhelinsovelluksen käyttöaika tutkimuspäivänä.



Kuva 15 Vastaajien näkemykset tallentimien käytöstä, laitteiden ominaisuuksista ja mittausjakson kestosta.

Vastaajia kannattaa muistuttaa GPS-tallentimen käytöstä tekstiviestillä tai puhelinsoitolla ennen tutkimuspäivän alkua. Lisäksi tutkimuspäivä on merkittävä saatekirjeeseen selkeästi. Puhelinhaastattelun yhteydessä oli maininta tutkimuspäivästä. Tämä unohtui kuitenkin mainita vielä erikseen GPS-tallentimen mukana mennessä kirjallisessa materiaalissa. Moni olikin käyttänyt laitetta vääränä päivänä. Tutkimuspäivän mainitseminen onkin erittäin tärkeää tai laitteen tulee käynnistyä automaattisesti oikeana ajankohtana.

Tuntuva lahjakortti (50 euroa tai enemmän) parantaisi todennäköisesti sekä aineiston luotettavuutta että vastausastetta, varsinkin jos lahjakortin saannin edellytyksenä olisi, että virta on ollut laitteessa päällä koko ajan ja oikeana tiedonkeruujaksona.

Joku vastaajista toivoi karttanäyttöä, mutta osa tallentimista voisi jäädä palautumatta, kun laitteella voisi olla vastaajalle muutakin käyttöä.

Suurin osa piti tallentimen käyttöä ongelmattomana. Moni vastaajista olisi pitänyt laitetta mukanaan jopa viisi päivää. Vastauksissa saattaa kuitenkin heijastua se, että osallistujista osa ymmärsi kysymyksen arvioksi hyödyllisestä tutkimusjaksosta. Kaikki eivät ajatelleet asiaa siltä kannalta, kuinka paljon vaivaa he olivat valmiit näkemään tutkimuksen eteen.

Tämän tapaisessa tutkimuksessa näyttää välttämättömälle selvittää laitteelle tallentomien matkojen tiedot ja tietoja matkojen ominaisuuksista. Jos tämä toteutetaan haastattelemalla tai kyselyllä, lisää usean päivän tutkimusjakso vastaustaakkaa. Pitkä mittausjakso saattaa myös johtaa epätasällisyyteen laitteen käytössä ja tilastollisten suureiden (matkaluku, matkasuorite, kokonaismatka-aika) näkökulmasta pitkistä jaksosta saavutettava hyöty on rajallinen. Matkojen toistuvuudesta sen sijaan saataisiin lisätietoa. Nykyisin toistuvuutta kysytään tavallisesti kysymyksellä, kuinka usein henkilö tekee määrätyn tyyppisiä matkoja. Kysymys on yksinkertainen, mutta vastaukset asteen verran epämääräisiä. Toisaalta henkilöt, jotka liikkuvat vähän, voisivat kokea mielekkääksi, jos tutkimusjakso kestäisi pidempään, jolloin heiltäkin tallentuisi matkoja, vaikka he eivät joka päivä liikkuisikaan. Moni kokee velvollisuudekseen tehdä matkoja, jotta olisi mielestään hyvä tutkittava. Optimaalisen tiedonkeruujakson pituutta ei tällä tutkimuksella selvitetty, mutta hyvä arvaus asiasta voisi olla kaksi vuorokautta tai yksi vuorokausi alle 65-vuotiaille ja pari kolme vuorokautta 65 täyttäneille. Asia vaatii tarkempaa selvitystä ja riippuu myös siitä, kuinka paljon vastausrasitetta koituu tietojen täydentämisestä jälkikäteen.

Yksittäisinä ongelmina laitteen käytössä havaittiin lisäksi seuraavat haasteet:

- osoitteissa oli jonkin verran virheitä, jolloin vastaaja ei ollut saanut laitetta
- postin kulussa on vaihtelua, aina laite ei ehtinyt perille
- vastaaja pelkäsi, että laite (Thingsee) saattoi mennä vahingossa päälle tai pois päältä taskussa (käytännössä tämä ei ollut mahdollista, mutta vaikutti varmasti käyttökokemukseen)
- jos vastaaja palauttaa laitteen liian aikaisin ja laite on päällä, on varmistettava, ettei signaali ole lähtöisin postikuljetuksesta
- osa vastaajista joutui hakemaan laitepaketin postista
- vastaaja ei saanut laitetta, koska oli vapaa-ajan asunnollaan tutkimusjakson aikana
- laitteiden tyhjentämisessä kannattaa noudattaa huolellisuutta, ettei yhdeltä vastaajalta kerätyt tiedot siirry seuraavalle osallistujalle.

Kehitysajatuksia GPS-tallentimiin liittyen

Ideaalille tallentimelle voidaan hahmotella seuraavia ominaisuuksia:

- pieni avaimenperään kiinnitettävä tekniikasta riippumatta
- enintään yksi nappula (käynnistykseen ja sammuttamiseen)
- kiihtyvyyssanturi
- gyroskooppi, jolloin myös korkeuden ja suunnan mittaus onnistuu (nyt korkeuden arviointiin oli käytössä ilmanpaineen mittaus)
- 1-3 sekunnin mittaustiheys
- sopiva paino enintään 70 g
- 1 merkkivalo, joka osoittaa virran olevan päällä
- tutkimushenkilökunta voisi säätää laitteen mittaajankohdan ennakkoon, jolloin varmistetaan oikea tutkimusajankohta. Tällöinkin tutkimuksessa on kyse lylomakkeen tms. avulla varmistettava, minä ajankohtana otokseen valittu henkilö on aloittanut ja lopettanut laitteen käytön, jotta mahdollinen kuljetusmatka postitse ei tulkita matkatiedoiksi, jos laite ei saavu ajoissa perille tai se palautetaan liian aikaisin tutkimusjakson ollessa käynnissä.

iOS-sovellus

Tiedonkeruun aikana iOS-sovellusta oli käyttänyt seitsemän henkilöä, mutta aineistosta ei pystytty tarkistamaan, kuuluivatko he otokseen. Kirjautumistunnusta ei löytynyt. Siten kyse on voinut olla testikäyttäjistä tai otokseen kuuluneista henkilöistä. Yksikään näistä ei ollut täyttänyt taustatietokysymyksiä. Kyse on siis voinut olla joko otokseen kuulumattomista henkilöistä, epäonnistuneesta sovelluksen latauksesta, epäonnistuneesta kirjautumisesta sovellukseen tai tiedonkäsittelyongelmista joko sovelluksessa tai palvelimella. Kyse on voinut myös olla aineiston jälkikäsitteilyyn liittyneistä ongelmista. Todennäköisimpänä syynä useimmissa tapauksissa on ollut, ettei iOS-sovellusta ole onnistuttu lataamaan. Sovellus on kehitysvaiheessa ja siksi se ei ollut saatavilla normaaliin tapaan sovelluskaupasta ja tämä on aiheuttanut latausongelmia. iOS:n käyttöjärjestelmän antamat lukuisat varoitukset mahdollisesta epäluotettavasta sovelluksesta ovat saattaneet lannistaa osallistujat. Tällaisesta tilanteesta päästään toki eroon, kun sovellus on täysin valmis ja ladattavissa normaaliin tapaan sovelluskaupasta. Sovelluksen latausohje löytyy liitteestä 2.

iOS-sovellukseen liittyvät ongelmat havaittiin vasta tietoaainestoa analysoitaessa. Ongelman konkretisoituminen tässä tutkimuksessa oli kuitenkin arvokasta. Tilanteesta opittiin, että sovelluksen latauksen onnistuminen on varmistettava jokaisen vastaajan kohdalla. Tähän voidaan päästä ainakin seuraavin keinoin:

1. osallistujille luvataan riittävän suuri palkinto (esimerkiksi 50 euroa), jotta he ovat itse valmiita näkemään vaivaa sovelluksen latauksessa oikea-aikaisesti. Tällöin älypuhelinsovelluksen käyttöön tottuneet onnistuvat suurella todennäköisyydellä lataamaan sovelluksen.
2. sovellus lähettää tiedon latauksen onnistumisesta. Tällöin tutkimuslaitos ehtii ottaa vastaajaan uudelleen yhteyttä, jos latausta ei ole tehty määrättyyn ajankohtaan mennessä ennen tutkimusjakson alkamista.
3. sovellus käynnistyy automaattisesti osallistujalle ennakkoon kerrottuna ajankohtana ja lopettaa tiedonkeruun ajanjakson päättyessä. Käyttäjän ei tarvitse huolehtia sovelluksen päällä olosta. Menettely edellyttää akunkestävyyden riittävyyttä.

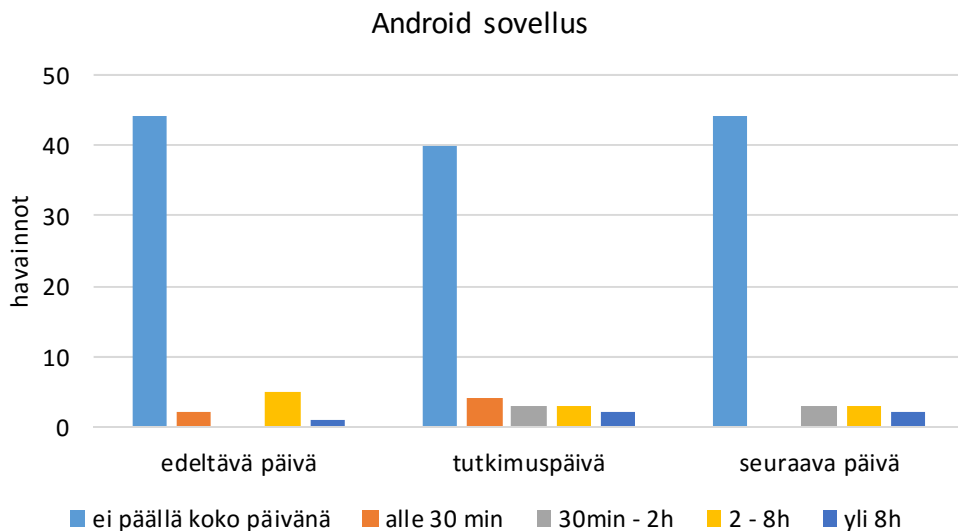
Todennäköisesti kannattaa käyttää kahta ensimmäistä menetelmää yhdessä tai näille vaihtoehdona kolmatta.

Android-sovellus

Android-sovelluksen käyttö onnistui osallistujilta paremmin kuin iOS-sovelluksen. Viidessä tapauksesta 52:sta laite oli ollut päällä yli kaksi tuntia tutkimuspäivänä ja seitsemässäkin tapauksessa vähintään 30 minuuttia. Yli kaksi tuntia päällä olleet sovellukset tulkittiin täysin onnistuneiksi vastauksiksi ja vähintään 30 minuuttia päällä olleet osittain onnistuneeksi. 40 henkilöä ei ollut käyttänyt sovellusta tutkimuspäivänä (kuva 14 edellä). Kahden tunnin päälläololla ei voida varmistaa, saadaanko kaikki matkat selvitettyä, mutta tutkimuksessa ei ollut juuri muita keinoja arvioida tiedonkeruun onnistumista, joten tässä kohtaa päädyttiin mainittuun yksinkertaistukseen.

Android-sovelluksen lataamisessa tai käynnistämisessä on ollut ongelmia. Kahdeksassa tapauksessa osallistuja oli muistanut Google-tilinsä väärin, jolloin sisäänkirjautuminen yksilöivillä tunnuksilla ei voinut onnistua. Muissa tapauksissa tarkka syy ei ole selvillä. Vastaaja on voinut muuttaa mielensä tai ei ole syystä tai toisesta onnistunut lataamaan sovellusta ohjeista huolimatta. Lataus tuli tehdä viestissä olleen linkin kautta. Linkin käyttö on itsessään hyvä ratkaisu, sillä se ohjaa osallistujat varmimmin oikean sovelluksen käyttöön.

Tutkimusjakso oli kolme vuorokautta ja näistä varsinainen tutkimuspäivä oli keskimäinen. Android-sovelluksesta saatujen käyttökokemusten perusteella kahden päivän tutkimusjakso voisi olla riittävä. Tutkimuspäivien erot laitteen päälläoloajassa eivät olleet merkittäviä, mutta keskimäisenä päivänä oli vähiten henkilöitä, jotka eivät olleet käyttäneet sovellusta lainkaan. Sovelluksen latausohje löytyy liitteestä 2.



Kuva 16 Älypuhelinsovelluksen päälläoloaika Android-puhelimissa tutkimuspäivää edeltävänä päivänä, tutkimuspäivänä ja seuraavana päivänä.

Kehitysjatoksia älypuhelimia ajatellen

Nykyistä ideaalisemmalle älypuhelintoteutukselle voidaan hahmotella seuravankaltaisia ominaisuuksia

- akunkestävyysongelmat eivät haittaa tiedonkeruuta
- sovelluksen lataus varmistetaan ennakkoon
- helppokäyttöinen henkilön tunnistus
- sovelluksen matkatietojen keruu käynnistyy ja sammuu automaattisesti yksilöllisesti määräytyvän tiedonkeruujakson mukaiseksi
- matkapuhelimien mittaustekniikka ja tiedonsiirtokapasiteetti riittävät vastaavan mittausaineiston muodostamiseen kuin mitä GPS-tallentimilla saadaan, jotta kuluttavan päättelyalgoritmeista saataisiin tulevaisuudessa luotettavia
- älypuhelinsovelluksessa tulisi olla ominaisuus, joka ilmoittaa automaattisesti tutkijataholle, kun sovellus on ladattu ja asennettu onnistuneesti. Onnistunut asennus edellyttää yksilöllisen tunnisteen syöttämistä applikaatiolle. Tällöin tutkijataho pystyy seuraamaan ja tarvittaessa lähettämään muistutusviestin applikaation lataamisesta ja asentamisesta esimerkiksi tekstiviestillä tai soittamalla.
- GPS-paikannuksen ongelmatilanteissa paikannus tulisi automaattisesti tehdä tukiasemaperusteisesti, jotta kokonaan puuttuvien havaintojen sijaan saadaan sijaintitieto edes summittaisella tarkkuudella. Tämä helpottaa datan käsittelyä analyysivaiheessa.

Mikäli akunkulutukseen liittyvät ongelmat älypuhelinsovelluksessa saadaan ratkaistua, voisi älypuhelinsovellusta harkita nimitettävän aktiviteettitutkimukseksi, jolloin myös päivän toiminta kotona ja kodin ulkopuolella raportoitaisiin. Tämä voisi olla hyvä keino houkuttaa vähän liikkuvia, kun painopiste ei olisi matkoissa. Tutkimuksiin on tähän saakka kelpuutettu vain GPS-tallentimilla kerättyä dataa, sillä aktiviteettitutkimukset vaativat täysin eheän ja katkeamattoman aineiston koko tutkimusjaksolta. Jos kyse on kotitaloustutkimuksesta, tiedot tarvitaan lisäksi ehyenä jokaiselta kotitalouden jäseneltä.

Älypuhelinsovelluksen haasteena näyttää olevan, että vastaajia on vaikea saada korjaamaan kulutapaa ja matkan tarkoitusta koskevia tietoja sekä täydentämään puuttuvien matkojen tietoja. Siten voikin olla varmempaa selvittää nämä erikseen jälkitutkimuksena eikä välttämättä edes tarjota arvausta kulutavoista, jos näitä ei pidetä luotettavina. Riittävän suuri palkkio voi motivoida monia tarkistamaan ja korjaamaan tiedot. Tätä menettelyä käytetään mm. Yhdysvaltain Maricopassa parhaillaan käynnissä olevassa täydentävässä tiedonkeruussa älypuhelinsovelluksella.

3.2.4 Kuluttavan päättelyn toimivuus

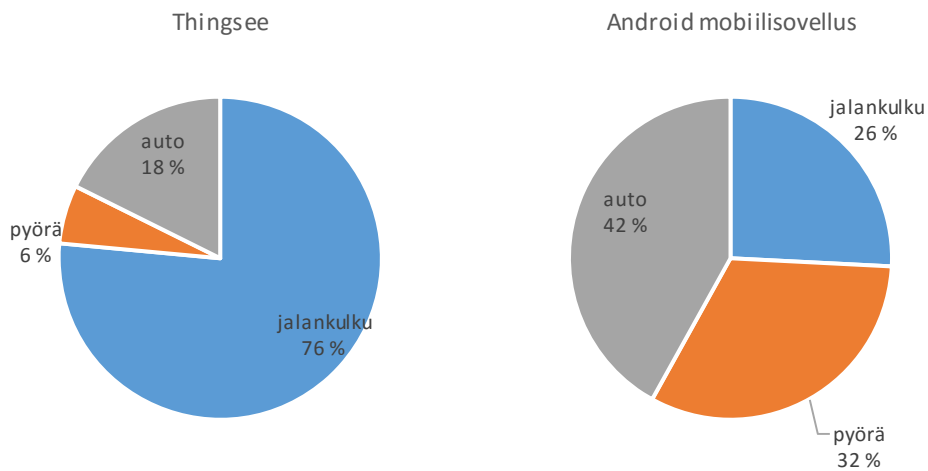
Tutkimuksen käynnistyessä ajatuksena oli testata myös kulutapa-algoritmin päättelyn toimivuutta, joka perustui älypuhelinsovelluksen välittämiin tietoihin kiihtyvyyksistä, ajankohdasta ja sijainnista. Samaa algoritmia oli tarkoitettu käyttää myös GPS-tallentimien tiedon tulkinnaissa ja siksi tallentimeksi valikoitui riittävät tekniset ominaisuudet täyttävä Thingsee. Kuluttavan päättelyä ei tässä tutkimuksessa tehty enää GPS Trip Recorder aineistolle, sillä aihepiiriä on tutkittu muussa yhteydessä laajemmalla aineistolla kuin nyt oli käytössä (vertaa Rantala, A. 2009)

Tavoitteena oli, että osallistujien tarvitsi nähdä mahdollisimman vähän vaivaa tiedonkeruun eteen. Tehtävänä ei ollut kehittää matkojen, osamatkojen eikä kulkutapojen päättelyalgoritmeja. Työssä algoritmit otettiin käyttöön siinä muodossa, kuin ne tutkimuksen ajankohtana toimivat. Liitteessä 5 on algoritmeilla päätellyt tulokset tutkimuspäivänä matkoja tehneiltä henkilöiltä. Liitteen tiedoista löytyvät mittausaineistosta päätellyt matkat, niiden alkamisajankohta, kestot, pituudet, keskipituudet, osamatkat ja kulkutavat.

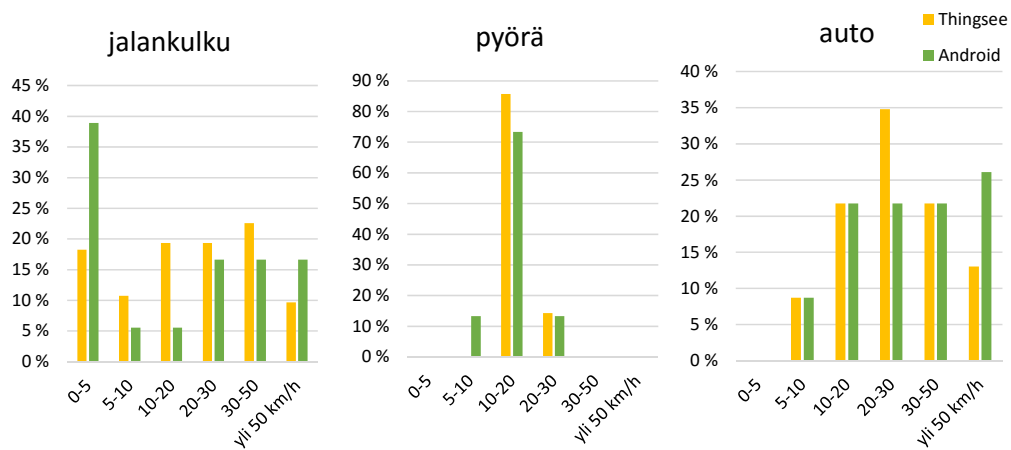
Hyvää aineistossa on, että ajankohdat ovat suhteellisen tarkkoja varsinkin, jos laitetta tai sovellusta on pidetty jo ennakoivasti päällä ennen matkalle lähtöä, jolloin myös matkojen ensimmäiset minuutit tunnistetaan osaksi matkaa ja matkojen lähtöpisteet ja saapumispaikat kohdentuvat oikein. Myös matkat ja matkojen osat on tunnistettu Thingsee-laitedatassa melko hyvin.

Koska matkojen määrä ja kulkutapa ovat henkilöliikennetutkimuksen pääsuureita, on luotettava tieto kummastakin ensiarvoisen tärkeä. Toistaiseksi missään päin ei ole kansainvälisestäikään pystytty osoittamaan kulkutapa-algoritmien päättelyjen toimivan verifioidusti ja riittävän luotettavasti. Mistään ei myöskään löytynyt tutkimusta, jossa olisi pohdittu, miten laajana kulkutapojen päättelyalgoritmien kehitystyössä käytettävä aineisto olisi kerättävä, jotta päättelyssä päästään lähelle tavoiteltua 100 prosentin osuvuutta (asia liittyy myös edellä mainittuun vertailtavuuteen (kuva 4 edellä). Myöskään verifiointiaineistoon liittyvistä vaatimuksista ei löydetty kirjallisuutta. Vähemmän merkittävän, mutta kuitenkin huomioon otettavan lisähaasteen tehtävään tuo mahdolliset erot väylien ja reittien ominaisuuksissa sekä kulkuvälineiden erot eri puolilla maailmaa. Tehtävän haasteellisuus tulee osin esille myös seuraavan sivun kuvissa (kuvat 18 ja 19). Kuvista nähdään, että useat jalankulku- ja pyörämatkoiksi tulkitut matkat ovat epärealistisen pitkiä ja jalankulkumatkojen nopeus on monissa tapauksissa liian suuri. Tällaiset selvät virhetilanteet on kohtuullisen helposti korjattavissa niin että ainakaan ilmiselviä virheitä ei ole havaittavissa päällepäin, mutta päättelyyn liittyy monia vähemmän näkyviä mittausaineiston tulkintaan liittyviä yksityiskohtia.

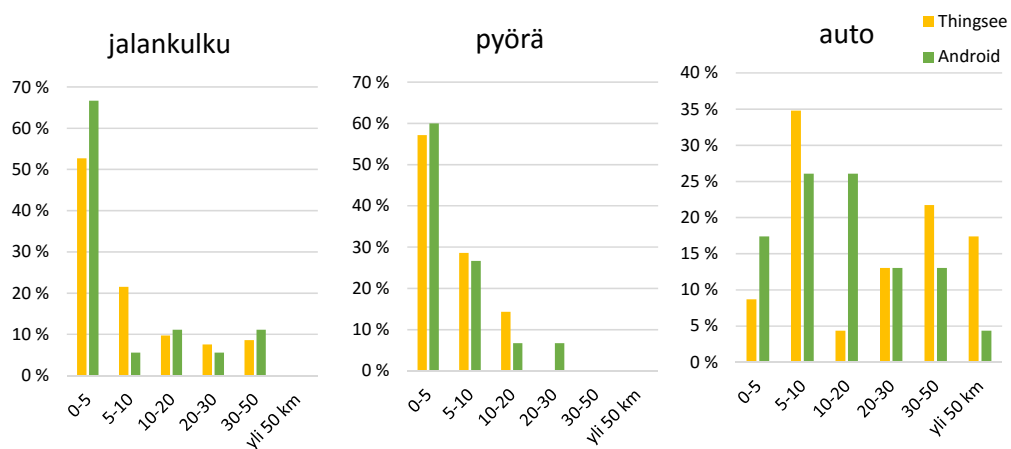
Tutkimuspäivän aineiston vähyden vuoksi mukana ovat myös muilta päiviltä saadut aineistot. Android-sovelluksen käyttäjillä oli mahdollisuus korjata itse kulkutapaa, mutta aineistosta ei selvinnyt, kuinka moni oli lopulta näin tehnyt. Tallenninaineistoissa ei tässä tutkimuksessa ollut mahdollisuutta korjata tai ilmoittaa kulkutapaa, koska tutkimukseen ei sisällynyt jälki-ilmoittamisen velvollisuutta. Soveltuva tapa tähän olisi nähtävästi ollut puhelinhaastattelu, sillä tallentimia käyttivät tässä tutkimuksessa etupäässä suhteellisen iäkkäät henkilöt. Hieman alle puolet oli kuitenkin alle 65-vuotiaita, jolle myös verkkovastaaminen on yleensä varsin luontevaa.



Kuva 17 Kuljetusajakaumat pääteltyinä käytössä olleella algoritmilla Thingsee-laitteen ja Android-puhelimien aineistoista.



Kuva 18 Matkojen keskinopeudet algoritmilla päätellyn kulkutavan mukaan Thingsee-laitteen ja Android-puhelimien aineistoissa.



Kuva 19 Matkojen pituudet algoritmilla päätellyn kulkutavan mukaan Thingsee-laitteen ja Android-puhelimien aineistoissa.

Tutkimuksessa syntynyt yleisvaikutelma on, että matkojen päättely hallitaan paremmin, mutta kulkutavan päättelyssä on haasteita. Testattavana ollut älypuhelin-aplikaatio oli aikainen BETA-vaiheen versio, johon oli koodattu pysähdysten tunnistuksen ja kulkutavan tunnistuksen peruslogiikka. Applikaatiossa matkat ja matkanosat/kulkutavan vaihdot tunnistetaan pysähdysten ja niiden keston avulla. Lisäksi jokainen matka alkaa ja päättyy jalankulkuun, koska jalankulku on helposti tunnistettavissa puhelimen kiihtyvyyssanturidatan perusteella.

Testatussa applikaatiossa matkojen tunnistus vaikutti toimivan luotettavammin kuin kulkutavan tunnistus. Kulkutavan tunnistus testatussa applikaatiossa perustuu tunnistusalgoritmiin, joka pisteyttää tunnistetut matkat määrättyjen ominaisuuksien perusteella ja pisteytyksen perusteella valitaan todennäköisin kulkutapa. Tunnistusalgoritmin pisteytyslogiikkaa ei ole vielä optimoitu, joten tunnistukseen liittyy selkeitä kehittämistarpeita.

Kulkutavan päättely onnistui ilman kiihtyvyyssanturia pelkkään GPS-signaaliin perustuvalla GPS Trip Recorder-aineistolla aiemmin selvästi paremmin (vrt. Rantala 2009) kuin nyt käytetyllä algoritmilla. Aikaa, paikkaa ja kiihtyvyyttä sekä suuntaa suhteessa painovoimaan mittaavalla tallentimella saadaan kuitenkin aikaiseksi parempi kulkutavan päättelytulos, kunhan kulkutapa-algoritmi on sopiva. Thingseen tuottama mittausaineisto soveltuu siis tässä tarkastelluista laitteista ja sovelluksista kaikkein parhaiten kulkutavan päättelyyn, mutta algoritmi on sovitettava kyseiselle laitteelle sopivaksi ja laitteen mittauskapasiteetti kannattaa hyödyntää täysimittaisesti. Nyt laiteasetukset sovitettiin älypuhelinsovellusta vastaaviksi. Kullekin älypuhelimelle ja tallentimelle parhaiten sopivat päättelyalgoritmit riippuvat laitteen tuottaman mittausaineiston laadusta.

4 Tutkimus matkapuhelinverkko- paikannuksen hyväksyttävyydestä

4.1 Tausta

Matkapuhelinverkkojen solupaikannuksen tarkkuus riippuu solujen koosta. Solukoot ovat yleensä haja-asutusalueilla suuria ja tiheään asutuilla alueilla pieniä. Mitä pienempi solukoko, sitä tarkemmin matkapuhelimet tarkentuvat. Tästä ominaisuudesta johtuen solupaikannus soveltuukin paremmin pitkien matkojen arviointiin kuin lyhyiden.

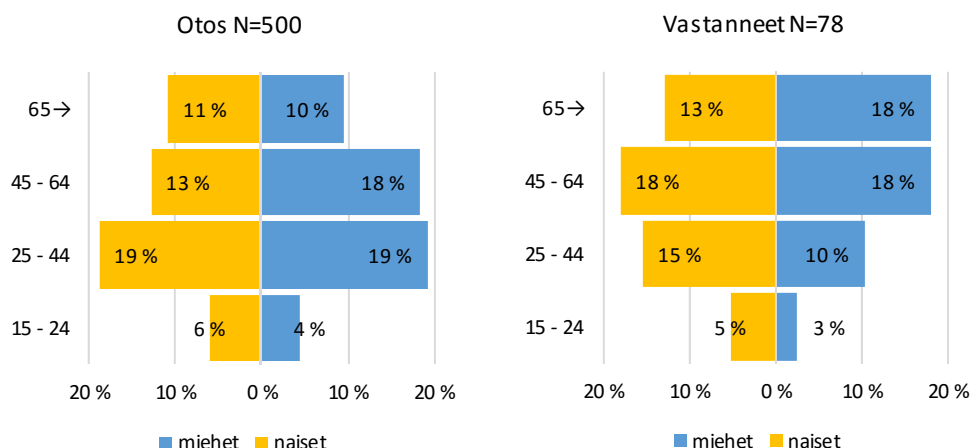
Valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen erityispiirteenä on pitkien matkojen tutkimus, jossa vastaajia pyydetään muistelemaan muutaman viikon ajalta taaksepäin tekemiään pitkiä matkoja ja rajanylittäviä matkoja. Osan vastaajista on ollut vaikea muistaa tekemisiään viikkoja taaksepäin. Siksi tässä tutkimuksessa tarkasteltiin, voitaisiinko matkapuhelinverkkoapaikannusta käyttää osallistujan vapaaehtoisuuteen perustuvana menetelmänä tiedonkeruun apuna. Menetelmän etuna on, että nykyisin lähes jokaiselta löytyy jonkinlainen matkapuhelin ja menetelmä ei vaadi osallistujilta erityisiä teknisiä taitoja, riittää kun puhelin kulkee mukana. Lisäksi pitkien matkojen tutkimuksessa lähtö- ja määräpaikat on tapana selvittää vain paikkakunnan tarkkuudella. Tarkka osoitetieto ei ole välttämätön tieto.

Pitkien matkojen tutkimuksessa ideaalisin menetelmä on vaihtoehto, jossa matkapuhelin paikantuu määräajoin, esimerkiksi 30 minuutin välein. Tämä voidaan järjestää lähettämällä puhelimeen piilotekstiviesti, jonka ei tarvitse näkyä käyttäjälle. Matkapuhelimet paikannetaan määräajoin muutenkin, mutta työssä ei selvinnyt, miten tämä tieto olisi todellisuudessa saatavilla eri operaattoreita.

4.2 Tutkimuksen kuvaus ja menetelmät

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten vastaajat suhtautuvat matkapuhelinverkkoapaikannuksen hyödyntämiseen osana liikkumistutkimusta. Hyväksyttävyydetutkimuksen otoskoko oli 500 henkilöä. Otokseen poimittiin väestörekisteristä 15 vuotta täyttäneitä²¹ Helsingin seudulla asuvia suomenkielisiä henkilöitä.

²¹ Henkilöliikennetutkimuksen alaikäraja on normaalisti kuusi vuotta. Tässä tutkimuksessa alaikärajaksi valittiin kuitenkin 15 vuotta, sillä osan vanhemmista arvioitiin reagoivan voimakkaasti pienten lasten matkapuhelinseurantaan, vaikka tutkimus toteutettaisiinkin vain rajattuna ajanjaksona ja vain huoltajan suostumuksella.



Kuva 20 Väestörekisteristä poimittu otos ja vastanneet iän ja sukupuolen mukaan.

Vastaajiin otettiin yhteyttä puhelimella. Tutkimushaastattelija soitti otokseen poimituille henkilöille, joille löydettiin puhelinnumero. Haastattelija kertoi, että kyseessä on ennakkotutkimus, jolla selvitetään suomalaisten mielipidettä, voitaisiinko matkapuhelimella kerätä tietoja liikkumisesta. Tietojen keräystapa kuvattiin vastaajille seuraavasti:

Henkilöliikennetutkimus on suomalaisten liikkumista selvittävä tutkimus. Tutkimuksen tuloksia käytetään liikenteen suunnittelussa ja liikenteen nykytilan arvioinnissa. Niitä hyödyntävät liikenteen parissa työskentelevät päättäjät, viranomaiset ja asiantuntijat. Viranomaisia ovat esimerkiksi kunnat, Liikennevirasto ja liikenne- ja viestintäministeriö.

Liikkumista ja matkoja on aiemmin tutkittu kysymällä vastaajilta puhelimessa, verkkokyselyllä ja kirjeitse jälkikäteen, mitä matkoja vastaajat ovat tehneet. Tutkimusta toteuttaessamme olemme havainneet, että osan vastaajista on vaikea muistaa kaikkia matkojaan. Siksi olemme pohtineet seuraava kehitysideaa:

Tutkimusjakso on kolme viikkoa. Ennen kolmen viikon tutkimusjakson alkua vastaajilta kysyttäisiin lupa matkapuhelinpaikannukseen kolmen viikon ajalta. Puhelimeen lähetettäisiin tänä aikana kahden tunnin välein signaali, joka paikantaisi puhelimen. Signaalin avulla saadaan selville, missä päin Suomea vastaaja on, tai onko vastaaja lähtenyt ulkomaille. Tarkkaa sijaintia ei saada selville. Kenenkään yksittäisiä tietoja ei julkaista.

Signaali ei haittaa puhelimen käyttöä, ei maksa käyttäjälle mitään eikä käytännössä kuluta akkua. Vastaavan kaltaista menetelmää on käytetty joissakin muissa maissa, esimerkiksi Virossa.

Paikannus perustuu täysin vapaaehtoisuuteen ja signaalin lähetys lopetetaan heti tutkimusjakson jälkeen. Tutkimusjakson päättyttyä toimitamme vastaajalle tiedon kerätyistä tiedoista karttana matkojen muistamisen tueksi. Kysymme samassa yhteydessä tarkentavia tietoja matkoista, kuten millä kulkutavalla matkat on tehty ja oliko kyse esimerkiksi vapaa-ajan matkasta tai jostain muusta.

Tutkimuksessa selvitettiin

- vastaajien kiinnostusta osallistua tutkimukseen
- osallistumisen/kieltäytymisen syitä
- sopivaa tutkimusjakson pituutta.

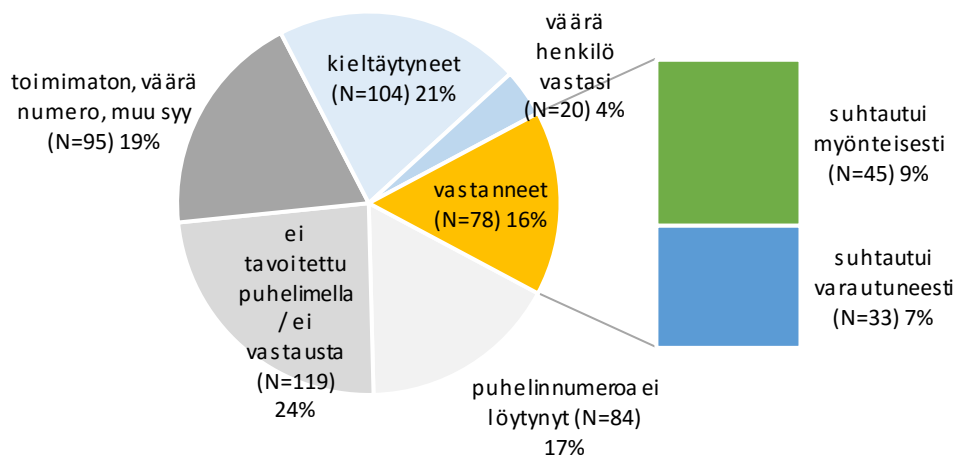
Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin vastaajien ikä, sukupuoli, asumismuoto, kotitalouden koko, työssäkäynti, koulutustausta, pääasiallinen toiminta sekä kotitalouden vuosiansiot. Vastaajien oli mahdollista osallistua 100 euron arvoisen lahjakortin arvontaan.

Tutkimusaineisto laajennettiin vastaamaan Helsingin seudun 15 vuotta täyttäneitä väestöä ikäryhmittäin ja sukupuolen mukaan. Tulokset on esitetty laajennetusta aineistosta laskettuina.

4.3 Vastausaste ja yleiskuva osallistuneista

Sopiva puhelinnumero löydettiin 83 prosentille otokseen kuuluvista. Kaikkiaan tutkimukseen vastasi noin viidesosa otokseen valituista, eli 98 henkilöä. Näistä 20 oli kuitenkin kotitalouden muita henkilöitä, jotka poistettiin tuloksista. Vastausaste jäi näin 16 prosenttiin. Otokseen kuuluneista vastaajista 45 suhtautui tutkimukseen myönteisesti arvioiden todennäköisesti tai varmasti osallistuvansa tutkimukseen. 33 henkilöä suhtautui tutkimukseen varautuneesti.

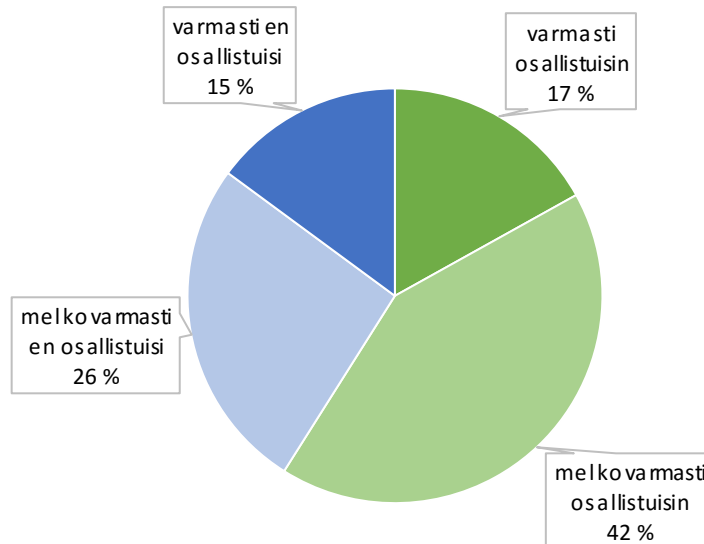
Otos (N=500) ja hyväksyttävästi vastanneet (N=78)



Kuva 21 Väestörekisteristä poimittu otos ja vastanneet iän ja sukupuolen mukaan.

4.4 Halukkuus osallistua tutkimukseen

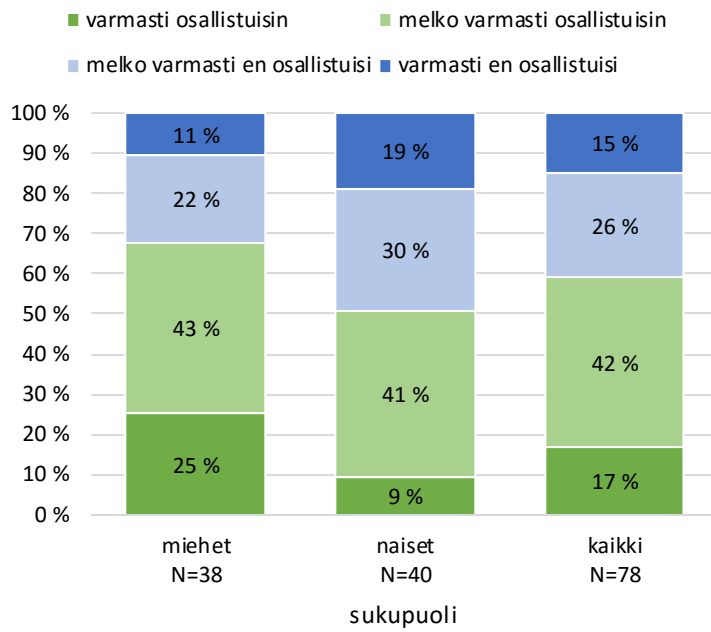
Halukkuus osallistua tutkimukseen (N=78)



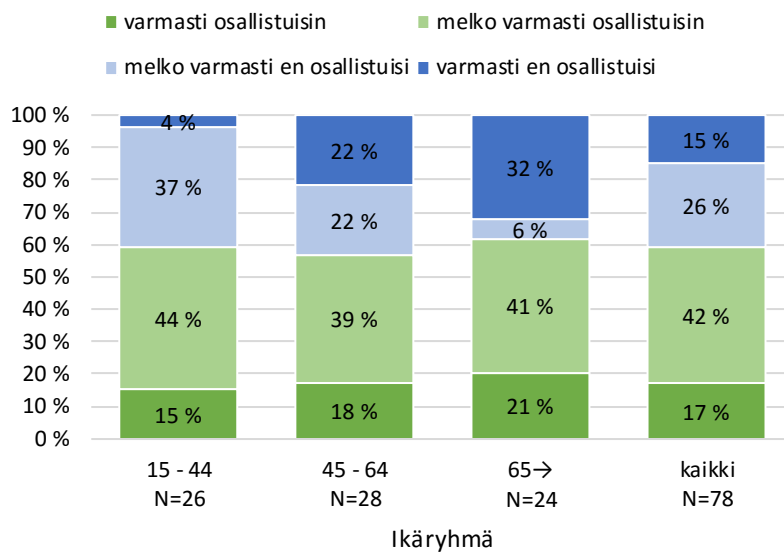
Kuva 22 Halukkuus osallistua tutkimukseen, vastausten jakautuminen laajennetussa aineistossa.

Iän ja sukupuolen mukaan laajennetussa aineistossa yli puolet vastanneista olisi varmasti tai melko varmasti osallistunut tutkimukseen. Eri vastaajaryhmien välillä haivattiin seuraavia eroja:

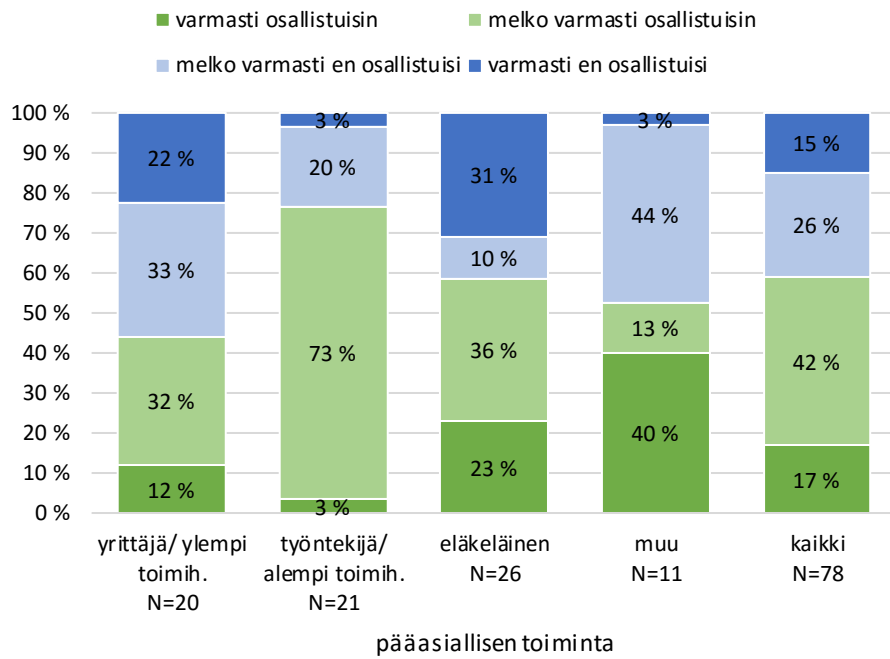
- Miehet suhtautuivat naisia myönteisemmin matkapuhelinseurantaan. (Kuva 23)
- Eläkeikäiset olivat muita varmempia siitä, että kieltäytyisivät tutkimuksesta. 15–17-vuotiaat ja nuoret aikuiset uskoivat muita varmemmin osallistuvansa tutkimukseen. (Kuva 24)
- Työntekijät ja alemmat toimihenkilöt suhtautuivat tutkimukseen varovaisen myönteisesti selvästi useammin kuin ylemmät toimihenkilöt. Yrittäjät ja eläkeläiset ilmaisivat muita useammin suoraan kieltäytyvänsä tutkimuksesta. (Kuva 25)
- Kotitalouden tulojen ja osallistumishalukkuuden välillä ei havaittu suoraviivaista yhteyttä. Vastaajien pääasiallinen toiminta selitti tuloja selkeämmin ilmiötä.
- Kotitalouden koon ja osallistumishalukkuuden välille ei löytynyt selvää yhteyttä. Yhden hengen talouksissa osallistumisvalmius vaikutti kuitenkin olevan muita korkeampi. Ilmiö oli havaittavissa, vaikka vastanneista yhden hengen talouksiin kuului melko paljon keski-ikäisiä ja eläkeikäisiä.
- Asumismuodolla ei ollut vaikutusta vastaushalukkuuteen.



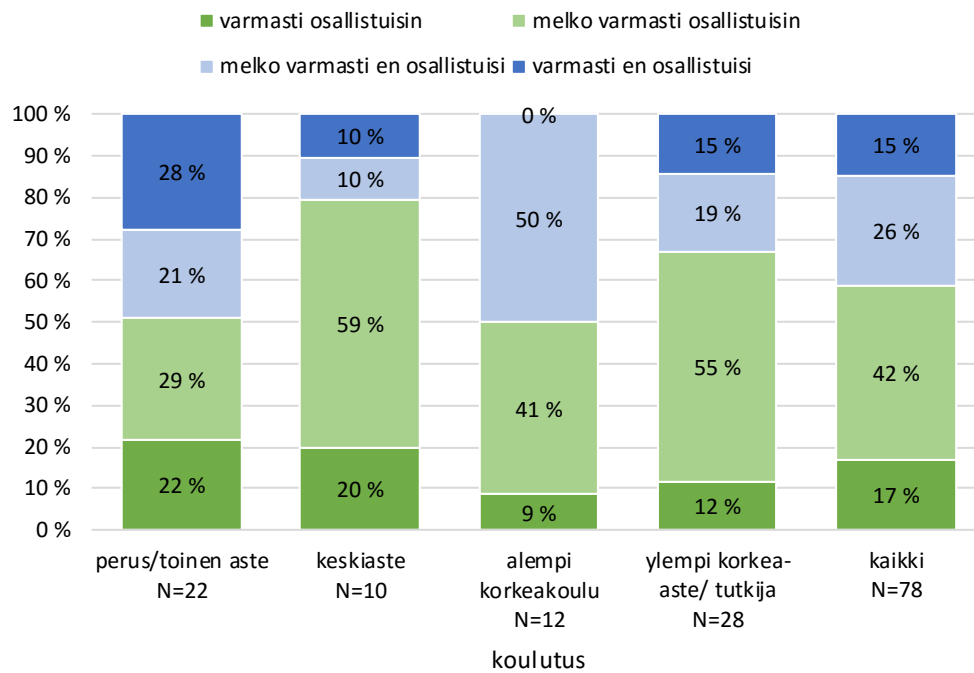
Kuva 23 Miesten ja naisten halukkuus osallistua tutkimukseen.



Kuva 24 Eri ikäryhmien halukkuus osallistua tutkimukseen.



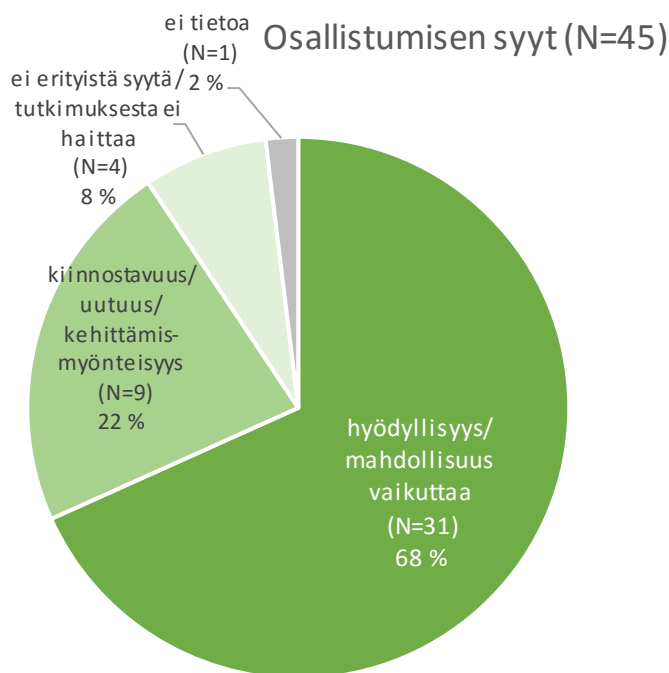
Kuva 25 Pääasiallinen toiminta ja halukkuus osallistua tutkimukseen.



Kuva 26 Koulutustausta ja halukkuus osallistua tutkimukseen.

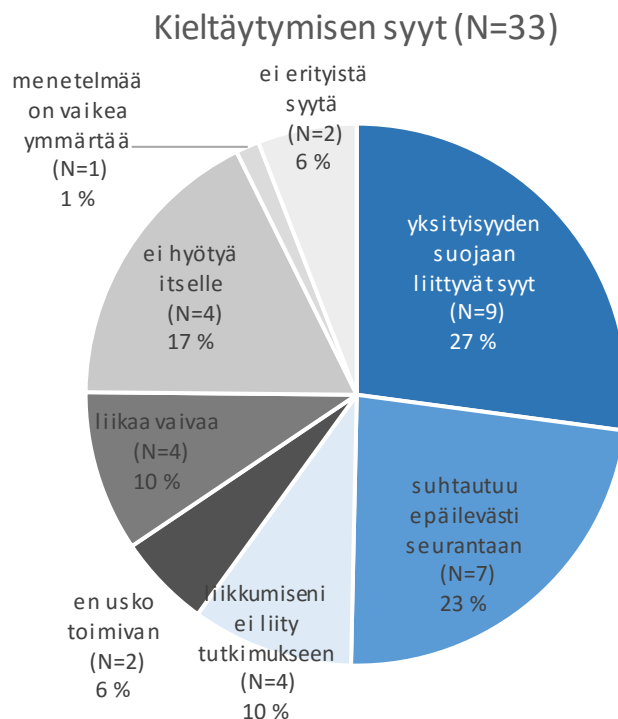
4.5 Osallistumisen ja kieltäytymisen syyt

Selvästi tärkeimpinä syinä tutkimukseen osallistumiselle nähtiin tutkimuksen yleishyödyllisyys ja mahdollisuus vaikuttaa liikenneyhteyksien kehittämiseen. Noin 2/3-osaa tutkimukseen myönteisesti suhtautuvista ilmoitti tämän osallistumisen syyksi. Noin joka viidettä myönteisesti tutkimukseen suhtautunutta houkutti menetelmän uutuus, he pitivät tutkimuksen kehittämistä tärkeänä tai olivat kiinnostuneita näkemään omat tietonsa kartalla (Kuva 27). Matkojen muistamisen helpottumista tai tiedon luotettavuuden paranemista vastaajat eivät pääsääntöisesti osanneet pitää tärkeinä syinä. Tämä on ymmärrettävää, koska vastaajia ei tässä tutkimuksessa pyydetty osallistumaan konkreettisesti kolme viikkoa kestäväan pitkien matkojen tutkimukseen, vaan päähuomio ennakkotutkimuksessa oli menetelmän hyväksyttävyydessä.



Kuva 27 Tutkimukseen myönteisesti suhtautuneiden ilmaiset syyt osallistumiselle.

Hieman alle puolet kielteisesti tutkimukseen suhtautuneista piti epäilyttävänä tietojensa luovuttamista ulkopuolisille ja ihmisten valvontaa. Vastauksissa ei erityisesti korostunut viranomaisvalvonta, vaan ylipäänsä epäluulo itseä koskevien tietojen joutumisesta väriin käsiin. Noin kolmasosa tutkimukseen epäileväisesti suhtautuneista arvioi, että tutkimuksesta olisi liikaa vaivaa, siitä ei olisi itselle hyötyä tai ei uskonut menetelmän toimivan. Muutama varautuneesti tutkimukseen suhtautuneista arvioi, että heidän liikkumisensa ei liittynyt tutkimuksen aihepiiriin. Syynä lienee ollut, että menetelmällä kerrottiin tutkittavan erityisesti pitkämatkaista liikkumista eikä samassa yhteydessä erikseen mainittu, että yhtä kiinnostava tieto on se, ettei vastaaja juuri tee pitkiä matkoja. Tosin käytännössäkin tämän asian voi vastaajan näkökulmasta helpommin selvittää kysymällä asiaa suoraan vastaajilta.



Kuva 28 Tutkimukseen varautuneesti suhtautuneiden ilmaisemat syyt kieltäytymiselle.

4.6 Kokemukset hyväksyttävyyden testauksesta

Hyväksyttävyytutkimus osoitti, että reilu puolet vastanneista olisi valmis osallistumaan vapaaehtoiseen matkapuhelinverkkoaiheeseen perustuvaan tutkimukseen. Tutkimuksen vastausaste oli sen verran pieni, ettei koko väestöä koskevia johtopäätöksiä voida tämän perusteella tehdä. On myös mahdollista, että ennakkotutkimukseen osallistumattomat suhtautuisivat myös vapaaehtoiseen matkapuhelinverkkoaiheeseen muita epäileväisemmin, jolloin hyväksyvästi suhtautuvien osuus on ennakkotutkimuksessa todellista suurempi. Epäilevästi suhtautuneiden määrä viittaa joka tapauksessa siihen, etteivät läheskään kaikki suostuisi osallistumaan tämän tapaiseen tutkimukseen. Vähintäänkin vastaajille tulisi tarjota mahdollisuus ilmoittaa tieto pitkistä matkoista ilman seurantavaihtoehtoa. Paikannuksen onnistuessa, menetelmällä olisi kuitenkin nähtävissä kiistattomat hyödyt, sillä vastaajien on toisinaan vaikea muistaa tekemiään pitkiä matkoja tai niiden tarkkaa päivää.

Paras tapa selvittää osallistuminen on toteuttaa konkreettinen testaus kenttätyönä, jossa osallistujia lähestytään aitoon tapaan, jolloin asia konkretisoituu myös käytännössä. Asia tulisi myös konkreettisemmin havainnollistettua, jos päätöstä tehdessään vastaajilla olisi käytössään esimerkki vaikkapa tutkijan omista matkoista kartalla. Jo tutkimuksen testausta valmisteltaessa on otettava huomioon, että kyse voi olla joidenkin henkilöiden mielestä kyseenalaisesta tiedonkeruutavasta.

Matkapuhelinten seurantaan liittyy myös tarve varmistaa, että matkapuhelin kuuluu kyseiselle henkilölle ja on otokseen valitun henkilön käytössä tutkimuksen aikana.

Operaattoreilla on tieto liittymän ostajasta, mutta toisinaan puhelin voi olla muun henkilön käytössä. Varsinkin lasten puhelimet ovat usein vanhempien nimissä. Tutkimus kannattanee kohdentaa vain aikuisväestöön. Tästä huolimatta omistajan ja haltijan ollessa eri henkilö voi olla välttämätöntä pyytää lupa kummaltakin. Jatkossa tulisivat selvittää, miten henkilöiden tunnistaminen tulisi toteuttaa ja menettelyn luovallisuus voidaan varmistaa. Koska tutkimus perustuu vapaaehtoisuuteen, voidaan tiedot kerätä osallistujien kanssa sovitulla tavalla. Tutkimuksessa on kuitenkin varmistettava, että vastaajalle on riittävässä määrin kerrottu tutkimuksen käyttötarkoitus ja kerättävien tietojen luonne.

Koska kyse on vielä varsin alkuvaiheessa olevasta ideasta, ei tässä tutkimuksessa pystytty arvioimaan kustannuksia. Kustannuksia syntyy järjestelmän pystyttämistä, osallistujien ja tutkimuksen teettäjän/teettäjien sopimusmenettelyistä sekä itse tiedon analysoinnista.

Matkapuhelinverkkopaikannuksella saadaan vasta tieto sijainnista ja ajankohdasta. Lisäksi tarvitaan täydentävät tiedot matkan luonteesta ja kulkutavoista. Tämä voidaan toteuttaa siten, että tutkimusjakson päätyttyä sijaintitiedot ja ajankohdat toimitetaan vastaajalle verkkokyselynä, kirjeitse tai puhelimesta kertoen. Vastaajia pyydetään muistelemaan matkoja sijaintitietojen ja ajankohtien perusteella ja täydentämään muut matkoja koskevat tiedot. Samalla vastaajien on mahdollista oikaista virheelliset tiedot sekä poistaa tiedot kokonaan tai osittain. Näin varmistetaan heidän oikeutensa tarkistaa itseään koskevat tiedot. Koko tiedonkeruun aikana vastaajilla tulee olla myös oikeus keskeyttää osallistumisensa tutkimukseen.

On odotettavaa, että vaikka tutkimus suunnattaisiin pitkien matkojen selvittämiseen, saadaan samalla paljon tietoa myös seudun sisäisestä liikkumisesta. Tämän kaltaiselle tutkimukselle otollisin ajankohta lienee tilanteessa, jossa kansalaiset ovat tottuneet jo muuten paikannusteknologioihin ja niistä saavutettaviin hyötyihin.

5 Yhteenveto ja johtopäätökset

5.1 Paikannusmenetelmien arviointi

Hyödyt

- Paikannusmenetelmät tarjoavat osallistujan ajankäytön kannalta tehokkaamman ratkaisun, jos päiväkirjan täyttöön tai puhelinhaastatteluun käytettyä aikaa voidaan lyhentää huomattavasti.
- Saadaan suhteellisen luotettava sijaintia koskeva paikkatieto kohteista, joiden osoite, paikan nimi tai tarkka sijainti ei ole vastaajan tiedossa.
- GPS-signaalia käytettäessä lyhyetkin matkat tulevat mukaan, kun ne eivät unohdu ilmoittaa käyttäjältä.
- Matkapuhelinverkkopaikannus vaikuttaa lupaavalle menetelmälle pitkien matkojen muistamisessa.
- Paikkatieto on yhteismitallista, kun osallistujan tuloksesta johtuva virhe häviää. Esimerkiksi kävelylenkin määränpää tai matkan pituus voivat olla vaikeita arvioida ilman laitetta.
- Teknologia kehittyy ja arkipäiväistyy nopeasti. Paikannustietoa tallentava laite saattaa olla käytössä merkittävällä osalla väestöä jo muutaman vuoden kuluttua.
- Älypuhelin ja tallentimien teknologia mahdollistaa tiedon keräämisen useammalta päivältä. Kokeiluja on ollut päivästä jopa useisiin viikkoihin. Käytännöllisimmältä vaikuttaa noin päivän tai parin päivän tiedonkeruu tutkimuspäivän matkoista.
- Älypuhelin tai GPS-pohjainen liikkumista koskevan sijaintitiedon kerääminen on mahdollista toteuttaa riittävän luotettavasti, jotta aineistoa voidaan hyödyntää suunnittelun tai liikkumispalvelujen kehittämisen tukena vähintäänkin rajatuissa käyttötilanteissa.

Puutteet

- Varsinaisen nykymuotoisen henkilöliikennetutkimuksen tasoista aineistoa on todennäköisesti mahdoton tuottaa johtuen teknologian ja ihmisten käyttäytymisen epävarmuudesta. Henkilöliikennetutkimusta vastaavan aineiston tuottaminen edellyttäisi myös eri tietolähteiden ja -aineistojen joustavaa yhdisteltävyyttä.
- Läheskään kaikki eivät nykyisin hyväksy sijaintinsa paikantamista tätä erikseen kysyttäessä, vaikka kaikkien aktiivisten matkapuhelinten sijainti paikantuu jo nykyisin.
- Teknologia ei ole vielä kaikille väestöryhmille tuttua. Esimerkiksi ikäihmisille tarvitaan enemmän opastusta laitteen käytössä. Sovelluksia he eivät juuri laataa puhelimilleen.
- Taustakysymysten selvittäminen vaatii erillisen haastattelun tai lomakkeen. Tietojen on oltava yhdistettävissä matkatietoihin. Yksilöllinen tunnistautuminen osoittautui tässä tutkimuksessa haasteelliseksi.
- Laitteilla tai sovelluksella kerättyjen mittaustietojen tulkinta on haastavaa. Kulikutapojen päättelemiseksi ja matkojen syiden selvittämiseksi ei ole kehitetty riittävän luotettavia algoritmeja. Siksi matkaa koskevien kulikutapojen ja matkan tarkoituksen täydentäminen ottamalla jälkikäteen yhteyttä vastaajiin on edelleen tarpeen. Tämä lisää kustannuksia.

- Mittaustekniikoiden tai algoritmien muuttuessa tietojen kalibrointi aiempiin tutkimuksiin on haastavaa.
- Paikkatietoaineistoa ei saada kerättyä tutkimuspäivän jälkeen, jos laitetta tai älysovellusta ei ole muistettu käyttää. Vaihtoehtoinen tutkimuspäivä ei ratkaise luotettavuusongelmaa.
- Matkoja koskevien tietojen tarkistaminen, korjaaminen ja täydentäminen tietojen oikaisemiseksi on tarpeen. Älypuhelinsovellusta ja tallentimia käyttäviä on vaikea saada kattavasti korjaamaan ja täydentämään tietojaan. Todennäköisesti tarvitaan tuntuva palkinto.
- Teknologia muuttuu nopeasti. Nyt käytetyt laitteet tai sovellukset eivät mahdollisesti ole toiminnassa muutaman vuoden kuluttua.
- Paikannusmenetelmillä näyttää olevan haasteellista saavuttaa vastausasteita, joihin henkilöliikennetutkimuksissa on totuttu.

Hyväksyttävyyys suuren yleisön keskuudessa

- Käyttäjän tulee saada jotain konkreettista hyötyä, jotta applikaatiota tai erillistä tallenninta suostutaan laajemmin käyttämään.
- Paikannukseen perustuvat tutkimuskonseptit voivat olla herkkiä julkisen keskustelun aaltoilulle tavalla, jota on vaikea ennakoida.

Tiedon yhdisteltävyys

- Yhdistäminen on teknisesti mahdollista, mutta lainsäädäntö voi rajoittaa.

Teknologiset esteet





- Teknologiset esteet ovat ratkaistavissa, jos käytettävissä on riittävästi resursseja ja tahtoa. Resurssitarve on kokonaisuudessaan mittava. Suomen kannattaa hyödyntää myös muualla maailmassa etenevää kehitystyötä.


Kustannukset

- Uudet teknologiat siirtävät kustannusten painopistettä henkilöresursseja vaativasta puhelinhaastattelutyöstä kohti analytiikkaa, monikanavaisten tutkimusten hallintaa sekä vastaajien rekrytointiin liittyviä houkuttimia.
- Mikään kansainvälisistä lähteistä ja tämän tutkimuksen testauksissa ei viittaa kustannussäästöihin henkilöliikennetutkimuksessa.


Seuraavaan taulukkoon on yhteenvedona koottu tutkimuksen alussa asetettuja tavoitteita paikannusmenetelmille sekä arvioitu näiden toteutumista.

Taulukko 8 Paikannusmenetelmiin kohdistuneet odotukset henkilöliikennetutkimuksessa ja arvio niiden toteutumisesta.

Tavoite	Arvio	
Vastausrasitteen pienentäminen		Matkojen lähtöaikoja ja pituuksia ei tarvitse muistella. Monikanavaisuudesta ja mittaustavasta johtuen taustatiedot ja matkojen tietojen tarkistaminen tapahtuvat kuitenkin eriaikaisesti, jolloin vastausrasite kasvaa. Sovelluksen käyttöönottoon liittyy myös vaiheita, jotka lisäävät vastausrasitetta.
Tiedon tarkkuus		Matkojen pituudet, lähtöajat ja kestot saadaan tarkemmin. Uutena mahdollisuutena on reittitiedon selvittäminen. Tarkkuutta heikentää kuitenkin merkittävästi se, ettei sovellusta/tallenninta pidetä päällä kokoaikaisesti tai sovellus/tallennin pidetään päällä vääränä ajankohdana, jolloin matkojen määrää ei saada selville. Tilannetta voidaan yrittää korjata riittävän suurilla houkuttimilla, jolloin esimerkiksi palkinnon saanti riippuu oikea-aikaisesta sovelluksen/tallentimen käytöstä.
Vastausasteen nostaminen		Vastausaste jää paikannusmenetelmillä merkittävästi pienemmäksi kuin perinteisillä menetelmillä. Karsiutumista syntyy monessa eri vaiheessa: 1) tavoittamisessa 2) tutkimukseen suostumisessa 3) GPS-tallentimen tulee saapua oikea-aikaisesti 4) osallistujien kyvyissä ladata sovellus 5) taidoissa osata käyttää tallenninta tai älypuhelinsovellusta 6) halussa tai kyvyssä käyttää laitetta tai sovellusta oikeana päivänä 7) halussa tai kyvyssä antaa taustatiedot verkkokyselyssä tai puhelinhaastattelussa 8) halussa tai kyvyssä täydentää ja korjata matkatiedot. Tilannetta voidaan yrittää korjata riittävän suurilla houkuttimilla, jolloin kuitenkin kustannukset nousevat yli totutun tason. Kustakin vaiheesta syntyy merkittävää katoa.
Valikoituminen		Paikannusmenetelmät vaikuttavat aiheuttavan merkittävää valikoitumista verrattuna perinteisiin menetelmiin. Valikoitumisessa näkyy voimakkaasti vinoutumat ainakin liikkumistottumusten, iän ja kognitiivisten taitojen, mutta mahdollisesti myös sukupuolen ja koulutustaustan ja ammatin mukaan. Myös palkkion tarjoaminen harkitsemattomasti voi vaikuttaa valikoitumiseen. Paikannusmenetelmillä on vaikea saavuttaa henkilöliikennetutkimuksen alueellista, ajallista ja väestöryhmittäistä kattavuutta.

Tavoite	Arvio	
Kustannukset		<p>Paikannusmenetelmät vaativat totuttua intensiivisempää ennakkolähestymistä kirjeitse, puhelimella ja tekstiviestein, vuorovaikutusta tiedonkeruun aikana osallistujiin ja jälkimotivointia tietojen täydentämiseen. Lisäksi tarvitaan vertailutietoa ja oikaisumenetelmiä, joilla systemaattisia virheitä voidaan korjata.</p> <p>Mikäli paikannusmenetelmiä käytetään vain täydentävinä tiedonkeruumuotoina, ovat ne selvä lisäkustannus, vaikkakin tuovat tervetulleeseen lisän havaita ja korjata perinteisiin tiedonkeruumenetelmiin sisältyviä puutteita.</p> <p>Hyötyjä voidaan siis saavuttaa, jos otoskoot ovat erittäin suuria ja vastauspalkkioita ei tarvitsisi maksaa. Henkilöresursseja vaativasta puhelinhaastattelutyöstä kustannukset siirtyvät kohti analytiikkaa, monikanavaisten tutkimusten hallintaa sekä vastaajien rekrytointiin liittyviin houkuttimiin.</p>

 = paikannusmenetelmät johtavat kohti tavoitetta

 = paikannusmenetelmillä sekä tavoiteltuja että ei-toivottuja vaikutuksia.

 = paikannusmenetelmät etäännyttävät tavoitteesta

5.2 Johtopäätökset

Testausten ja muualla maailmassa toteutetuista tutkimuksista saatujen kokemusten perusteella kulutapa ja matkojen määrä kannattaa ainakin vielä nykyisin selvittää Suomessa verkkokyselyllä, haastattelemalla tai paperisella matkapäiväkirjalla kattavasti. Teknologiat kehittyvät kuitenkin nopeasti ja pikkuhiljaa paikannusmenetelmät tulevat väestölle yhä tutummiksi. Siten kehitystä on tarpeen seurata myös jatkossa.

Henkilöliikennetutkimus on tarkkaan harkittu ja pitemmän ajan kuluessa muotoutunut kansainvälisiä käytäntöjä noudatteleva järjestelmä, joka vastaa moniin päättäjien ja suunnittelijoiden kysymyksiin ja jota voidaan käyttää myös liikenteen mallintamiseen.

Tällä hetkellä paikannusmenetelmiä voidaan käyttää täydentävinä tiedonkeruuaineistoina esimerkiksi, kun halutaan tarkentaa käsityksiä kävelylenkeistä tai kerätä vertailuaineistoa, jolla voidaan arvioida vastaajien kykyä arvioida matkapituuksia, matkojen ajankohtia ja matkamääriä. Täydentävinä tiedonkeruumuotoina paikannusmenetelmillä ei saavuteta kustannussäästöjä.

Paikannusmenetelmillä matkojen ajankohdat ja pituudet saadaan selvittyä tarkemmin kuin perinteisillä menetelmillä. Paikannusmenetelmät soveltuvat myös reittien arviointiin paremmin kuin mitkään perinteiset menetelmät. Tästä on hyötyä erityisesti reitinvalinnan mallintamisessa, olipa kyse kävelystä, pyöräilystä, joukkoliikenteestä tai henkilöautoilusta. Reitinvalinnan mallintaminen voidaan nähdä osana erilaisten palvelutasotekijöiden arvottamista. Tutkimuksen suunnittelussa erityistä huomiota kannattaa kiinnittää siihen, miten hyvin tiedonkeruulla tavoitetut matkat kuvaavat tarkasteltavaa ilmiötä, esimerkiksi seudun joukkoliikennematkoja kokonaisuutena.

Paikannusmenetelmät vaikuttavat pikemminkin lisäävän kuin vähentävän valikoituvuutta ja myös vastausasteet jäävät perinteisiä menetelmiä pienemmiksi. Siten menetelmät eivät kerro kokonaiskuvaa väestön liikkumisesta. Paikannusteknologioiden käytettävyys vaatii vielä kehittämistä, jotta tutkimuksissa voidaan varmistaa tiedon kattavuus koko tutkimusjakson aikana.

Nykytiedon valossa vain paikannusmenetelmillä tietoa kerätessä menetetään arviot matkojen määrästä ja liikkumattomuudesta sekä eri väestöryhmien kattavuus. Liikkumisen tunnusluvut muuttuisivat todennäköisesti merkittävästi nykyisistä arvioista, jos niitä pyrittäisiin laskemaan yksin uusilla paikannusmenetelmillä.

Uusimmissa muualla maailmassa toteutetuissa henkilöliikennetutkimuksissa GPS-tallentimia ja älypuhelinsovellusta käytettäessä kulutapa ja matkojen määrä on tapana tarkistaa jälkikyselyllä tai haastattelemalla puhelimesta. GPS-tallentimia ja älypuhelinsovelluksia on maailmalla käytetty joissakin maissa ainoana matkatietojen tiedonkeruumuotoina. Näissäkin tutkimuksissa taustatiedot ja matkojen tiedot on tarkistettu verkkokyselyn avulla ja haastattelemalla. Vastausrasite ei ole merkittävästi pienentynyt.

Joissakin maissa liikkumistutkimuksia onkin lähdetty suunnittelemaan aivan puhtaalta pöydältä ja esimerkiksi otannan satunnaistamisesta on luovuttu pakon edessä. Paikannusmenetelmien tiedonkeruu on voinut olla joukkoistettua, jos otantaan tarvittava väestörekisteri ei ole ollut käytettävissä ja vastaajien tavoitettavuus on ollut muutenkin heikkoa. Onkin vaikea arvioida, kumpi on edustavuuden kannalta pienempi paha: alhaisen vastausasteen mukanaan tuoma vai joukkoistamisesta aiheutuva valikoituvuus.

Tuleva Euroopan Unionin tietosuoja-asetus sisältää suoria määräyksiä ja kritiikkiä profiloimisesta. Henkilöliikennetutkimuksen käyttötarkoitukset on oleellista erotella aggressiivisesta profiloinnista, jolla esimerkiksi Facebook kohdistaa tuotemainontaa ja sisältöä luvan antaneille. Henkilöliikennetutkimuksella halutaan ymmärtää eri väestöryhmien liikkumistarpeita ja esimerkiksi ennustemalleja varten voidaan luoda käyttäjäsegmenttiprofiileja tulevaisuuden visioiden vaikutusarviointeihin.

Suomessa otantatutkimukset ovat vielä mahdollisia ja vastausteet selvästi korkeampia moniin muihin maihin verrattuna. Myös meillä väestötietojärjestelmästä poimittujen henkilöiden tavoitettavuus on vaikeutunut, sillä rekisterien yhdistettävyys on heikentynyt, eikä kaikille löydy puhelinnumeroa. Uudet teknologiat vaikuttavat pikemminkin laskevan kuin nostavan vastausasteita. Muualla maailmassa ongelmaa on pyritty korjaamaan erilaisilla palkitsemiskäytännöillä, kuten riittävän tuntuvalle lahjakortilla. Jatkossa vastaajien motivointiin kannattaakin kiinnittää yhä enemmän huomiota myös perinteisten tiedonkeruumenetelmien yhteydessä.

Suuri huolenaihe on, miten viranomaisten teettämässä yleishyödyllisissä tutkimuksissa voidaan säilyttää väestön tavoitettavuus. On tärkeää, että osoitetiedon lisäksi vastaajat voidaan tavoittaa nykyaikaisilla viestimillä, kuten matkapuhelimilla ja sähköpostilla. Kysymys on otantatutkimuksia laajemmasta tavoitteesta palvella kansalaisia, jolloin harkittavana on muun muassa, voiko väestötietojärjestelmä tai jokin muu tähän yhdistettävissä oleva rekisteri sisältää fyysisen osoitteen lisäksi sähköisten viestimien yhteystiedot. Pohdinta kytkeytyy näin myös keskusteluun kansalaisille tarjottavasta sähköpostipalvelusta. Haaste koskee kaikkia vapaaehtoisuuteen perustuvia otantatutkimuksia, olipa kyse paikannus- tai perinteisistä menetelmistä.

Tiedonkeruu tutkimuspäivän matkoista vaatii todennäköisesti sekä tallentimen että sovelluksen, jotta tutkimus kattaisi eri ikäryhmiä. On mahdollista, että tulevaisuudessa jaettava laite käyttäisi samaa sovellusta kuin älypuhelimet, mutta GPS-tallentimien aiheisto on ainakin nykyisellään laadultaan älypuhelinsovelluksia parempaa.

Mikäli älypuhelinsovelluksella tai GPS-tallentimilla halutaan kerätä tietoa seuraavan Henkilöliikennetutkimuksen yhteydessä, on seuraavat tehtävät suunniteltava huolellisesti:

- Menetelmiä kannattanee käyttää täydentävinä tiedonkeruumuotoina ja käyttöalueet kannattaa määritellä ennakkoon yksiselitteisesti. Tutkimussuunnitelma laaditaan käyttöalueisiin sopivaksi.
- Käyttöalueista riippuen tutkimusta suunniteltaessa kannattaa pohtia, poimitaanko paikannusmenetelmiin oma päätutkimuksesta irrallinen erillinen otos vai tarjotaanko paikannusmenetelmiä päätutkimukseen osallistuneille jatkotutkimuksena.
- Osallistujien rekryointitapa on hyvä suunnitella ja testata huolellisesti ennakkoon varioiden eri vaihtoehtoja.
- Tiedonkeruuprosessissa otetaan huomioon ja testataan ennakkoon ensikontaktoinnin tarve, yhteydenpito tiedonkeruun aikana osallistujiin, monikanavainen yhteydenpito sekä tiedon tarkistustavat ja -kanavat.
- Menetelmäkokonaisuuden toimivuus on varmistettava ennakkoon huolellisesti ja käytettävyysvaatimukset täyttävällä valmiilla sovelluskokonaisuudella ja käytettävyysvaatimukset täyttävällä GPS-tallentimella. Keskenäisyys haittaa testausta.
- Tiedon laadun varmistamiseksi osallistujille on tarpeen luvata tuntuva kannustin onnistuneesta tiedonkeruusta.

Lähteet

Absolute Astronomy 2012.

<http://www.absoluteastronomy.com/topics/Bluetooth#encyclopedia>, viitattu 18.2.2016.

Ahas 2014. Ahas R., Armoogum J. Esko S., Ilves M. Karus E. Madre J-L., Nurmi O. Potier F., Schmücker D Sonntag U., Tiru M. 2014. Feasibility Study on the Use of Mobile Positioning Data for Tourism Statistics, Consolidated Report, Eurostat Contract No 30501.2012.001-2012.452, 30 June 2014.

Assemi et al. 2016. Assemi B., Jafarzadeh H., Mesbah M., Hickman M. 2016. Understanding Participants' Perceptions of Smartphone Travel Surveys: Keys for Successful Survey Implementation. 95th Annual Meeting of Transportation Research Board, January 10-14, 2016, Washington.

Berger & Platzer 2014. Berger M., Platzer M. 2014. Field evaluation of a smartphone-based travel behaviour data collection app "SmartMo". The 10th International Conference on Transport Survey Methods, November 2014, Leura, Australia.

Bindra 2016. Bindra S. 2016. Using cellphone O-D data for regional travel model validation. TRB 2016 Annual Meeting.

Bonnel et al. 2014. Bonnel P., Hombourger, E., Olteanu-Raimond A-M., Smoreda Z. 2014. Passive mobile phone dataset to construct origin-destination matrix: potentials and limitations.

Bruun 2016. VM:n hallinnonalan johdon aamupäivä 5.10.2016, Marjo Bruun, Kuka omistaa digitaalisen tiedon –Tilastolakiuudistuksen ja Sote-tieto hyötykäyttöön -hankkeen esille nostamia kysymyksiä, viitattu 2.2.2017.

Carrion et al. 2014. Carrion C., Pereira F., Zhao F., Abou Zeid M., Ben-Akiva M., Zegras C. 2014. An econometric model to study the differences between a smartphone-based survey and a traditional travel survey. The 10th International Conference on Transport Survey Methods, November 2014, Leura, Australia.

Chu 2014. Chu, K. 2014. Two-year worth of smart card transaction data – extracting longitudinal observations for the understanding of travel behavior. The 10th International Conference on Transport Survey Methods. November 2014, Leura, Australia.

Chu & Lomone 2015. Chu K., Lomone A. 2015. Reproducing longitudinal in-vehicle traveler experience and the impact of a service reduction with transit smart card data. TRB 2016 Annual Meeting.

Eurostat. 2016. EU Transport Statistics, Eurostat guidelines on Passenger Mobility Statistics, July 2016.

Geurs et al. 2014. Geurs K., Thomas T., Bijlsma M., Douhou S. 2014. Automatic trip and mode detection with MoveSmarter: first results from the Dutch Mobile Mobility Panel. The 10th International Conference on Transport Survey Methods, November 2014, Leura, Australia.

Greaves et al. 2014. Greaves S., Ellison A., Ellison R., Rance D., Standen C., Rissel C., Crane M. 2014. A Web-Based Diary and Companion Smartphone app for Travel/Activity Surveys. The 10th International Conference on Transport Survey Methods, November 2014, Leura, Australia.

Greene 2016 et al. Greene E., Flake L., Hathaway K., Geilich M. 2016. A Seven Day Smartphone-Based GPS Household Travel Survey in Indiana. 95th Annual Meeting of Transportation Research Board, January 10-14, 2016, Washington.

Hara 2015. Hara Y., 2015. Behavior Analysis using Tweet Data and Geo-tag Data under Natural Disaster. New Industry Creation Hatchery Center, Tohoku University, Aoba, Aramaki, Aoba-ku, Sendai, Japan.

Kang & Taylor 2013. Kang E., Taylor D. 2013. Expanding the Use of GPS-based Household Travel Survey. The 14th TRB National Transportation Planning Applications Conference, May 5-9, 2013.

Keskikiikkonen H. Joukkoistamisen mahdollisuudet liikkumistutkimuksissa. Diplomityö Aalto-yliopisto. Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos. Espoo 2014.

Kouril et al 2014. Kouril P., Senk P., Premysl C. 2014. Classification of GPS data using spatio-temporal and travel diary data. The 10th International Conference on Transport Survey Methods, November 2014, Leura, Australia.

Liu et al. 2016. Liu H., Chen C., Fan Y. 2016. Apps and Battery Efficient Technologies for Smartphone-Based Travel Data Collection. 95th Annual Meeting of Transportation Research Board, January 10-14, 2016, Washington.

Maricopa Travel Survey 2016. <https://magtravelsurvey.org/faque.html>, viitattu 22.2.2016.

Mellegård 2011. Mellegård E. 2011. Obtaining Origin/Destination-matrices from cellular network data. Master's Thesis in Engineering Mathematics. Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden.

Montini et. al. 2014. Montini L., Prost S., Schrammel J., Rieser-Schüssler N., Axhausen K. 2014. Comparison of Travel Diaries Generated from Smartphone Data and Dedicated GPS Devices. The 10th International Conference on Transport Survey Methods, November 2014, Leura, Australia.

Nam et al. 2016. Nam, D., Hyun K., Kim H., Kahn, K., Jayakrishnan R., 2016. Grid Cell based Taxi Rideship Analysis Using Large Scale GPS Dat. TRB 2016 Annual Meeting.

NHTS 2011, National Household Travel Survey 2009 User's Guide (Version 2), U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, viimeksi päivitetty loka-kuussa 2011

NYMTC, NJTPA. 2014. 2010/2011 Regional Household Travel Survey, Executive Summary, Final Report.

Pastinen 2017, 13.1.2017 laadittu analyysi Valtakunnallinen henkilöliikennetutkimuksen 2010–2011 aineistosta.

Parsons Brinckerhoff et al. 2014. Parsons Brinckerhoff, Inc., Westat, and Dunbar Transportation Consulting 2014. Activity-Based Modeling Framework: Final Project Report. Prepared for North Central Texas Council of Governments, Arlington, TX.

Qian & Daisuke 2013. Qian, G. & Daisuke F., 2013, Work/school-related Travel Demand Estimation from Aggregate Datasets.

Rantala 2009. Rantala, A. 2009, Kulutavanpäättelyalgoritmit GPS-aineistosta. Diplomityö. Helsingin Teknillinen korkeakoulu. Insinöörityö ja arkkitehtuurin tiedekunta. Espoo 2009.

Reinart et al. Reinart, K.H. et al. 2013. Reinart, K.H. Polak J., Harder H. 2013. What can and can't be done with new technologies, SHANTI WG2 presentation for Brussels meeting 2013.

Safi 2015. Safi H., Assemi B., Mesbah M., Ferreira L., Hickman M. 2015. Design and Implementation of a Smartphone-based System for Personal Travel Survey: Case Study from New Zealand. Transportation Research Board 94th Annual Meeting.

Smorda et al. 2013. Smorda, Z., Olteanu-Raimond A-M., Couronné T. 2013. Spatiotemporal Data from Mobile Phones for Personal mobility Assessment. Transport Survey Methods: Best Practice for Decision Making.

Sanastokeskus TSK, 2010. Sosiaalisen median sanasto, TSK 40.

http://www.tsk.fi/tiedostot/pdf/Sosiaalisen_medan_sanasto.pdf, viitattu 13.1.2017.

Spurr et al. 2016. Spurr, T., Chu, A., Chapleau R., Piche, D. 2016. A smart card transaction "travel diary" to assess accuracy of the Montréal household travel survey. TRB 2016 Annual Meeting.

Stopher et al. 2013. Stopher P. R., Prasad C., Wargelin L., Minsr J. 2013. Conducting a GPS-only household travel survey. Transport Survey Methods: Best Practice for Decision Making.

Stopher et al. 2015. Stopher P., Shen L., Liu W., Ahmed A. 2015. The challenge of obtaining ground truth for GPS processing. Working paper ITLS-WP-15-06, Institute of Transport and Logistics Studies, The University of Sydney

Tietotuubi 2016. <http://www.tietotuubi.fi/videot/video-galileo-satelliittipaikannusjarjestelma-viimeinkin-kaytossa>, 16.12.2016 viitattu 12.1.2017

Tilastokeskus 2016. Tilastokeskus/ Kuluttajabarometri (2016)

<http://findikaattori.fi/fi/104>., viitattu 13.1.2017 verkko-osoitteesta

Valtionvarainministeriö 2016. VAHTI-raportti 1/2016

https://www.vahtiohje.fi/c/document_library/get_file?uuid=c97ee414-1fco-4a91-969c-2ef0657605d1&groupId=10128, viitattu 17.1.2017.

Weiner 1992. Weiner E. 1992. Urban Transportation Planning in the United States, An Historical Overview, Revised Edition, November 1992, Office of the Secretary of Transportation, Washington, D.C.

Wolf J et al 2006. Wolf J., Bonsall P., Oliveira M., Leary L., Lee M., 2006. Review of the Potential Role of 'New Technologies' in the National Travel Survey; Report of work conducted in work Package 1. Final Report for the United Kingdom Department for Transport.

Wolf et al 2014. Wolf J., Bachman W., Oliveira M. S., Auld J., Mohammadian A., Vovasha P. 2014 Applying GPS Data to Understand Travel Behavior. National Cooperative highway Research Program Report 775.

Zhao et al 2014. F., Ghorpade A., Pereira F. 2014. Stop detection in smartphone-based travel surveys. The 10th International Conference on Transport Survey Methods, November 2014, Leura, Australia.

Zhao et al 2015. Zhao F., Pereira F., Ball R., Kim Y., Han Y., Zegras C., Ben-Akiva M. 2015. Exploratory Analysis of a Smartphone-Based Travel Survey in Singapore. Transportation Research Board 94th Annual Meeting.

Zhao et 2016. Zhao Z., Zhao J. Koutsopoulos H. N. 2016. Individual-Level Trip Detection using Sparse Call Detail Record Data based on Supervised Statistical learning. TRB 2016 Annual Meeting.

Tallentimien käyttöohjeet Thingsee

Thingsee

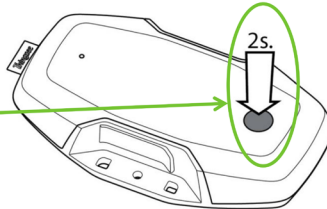
LIIKKUMISTUTKIMUS

OHJE GPS-LAITTEEN KÄYTTÖÖN

VAIHE 1: KÄYNNISTYS

Käynnistä laite painamalla virtanäppäintä 2 sekunnin ajan (niin että näkyviin tulee teksti "Thingsee").

Teksti häviää näkyvistä hetken kuluttua.



VAIHE 2: NÄYTTÖ

Muista teksteistä ei tarvitse välittää. Näytön säätäjä sammuttaa ne itsestään.



VAIHE 4:

SAMMUTTAMINEN

Tutkimusvuorokauden päätyttyä sammuta laite painamalla virtakytintä niin kauan, että näkyviin tuleva "Shutting down"-teksti häviää.

VAIHE 5: PALAUTUS

Tutkimusjakson päätyttyä palauta laite palautuskuoressa.

Täytä palautuslomake.

VAIHE 3: MATKAT

Pidä laite mukana kaikilla vuorokauden matkoilla.

Tarkoitus on, että laite kulkee mukana aina, kun lähdet ovesta ulos.

Käynnistä laite jo vähän ennen ensimmäistä matkaa, jotta yhteys GPS-satelliitteihin ehtii muodostua.

GPS Trip Recorder

LIIKKUMISTUTKIMUS

OHJE GPS-LAITTEEN KÄYTTÖÖN

VAIHE 1: KÄYNNISTYS

Käynnistä laite laittamalla liukukytin asentoon LOG.

Oranssi valo syttyy, ja alkaa hetken kuluttua vilkkua.

VAIHE 2: VALOT

Laitteessa palaa **oranssi, vilkkuva valo** merkinä siitä, että laite toimii normaalisti. Muiden valojen ei pitäisi palaa.

Jos **oranssi** valo palaa koko ajan, laitteella ei ole yhteyttä satelliitteihin.

Jos **sininen** valo palaa, tarkista että liukukytin on asennossa LOG (vasen reuna) eikä asennossa NAV (keskellä).



VAIHE 4:

SAMMUTTAMINEN

Sammuta laite laittamalla liukukytin asentoon OFF.

VAIHE 5: PALAUTUS

Tutkimusjakson päätyttyä palauta laite palautuskuoressa.

Täytä palautuslomake.

VAIHE 3: MATKAT

Pidä laite mukana kaikilla vuorokauden matkoilla.

Tarkoitus on, että laite kulkee mukana aina, kun lähdet ovesta ulos.

Käynnistä laite jo vähän ennen ensimmäistä matkaa, jotta yhteys GPS-satelliitteihin ehtii muodostua (**oranssi** valo alkaa vilkkua).

Älypuhelinsovelluksen käyttöohjeet

Android-sovelluksen käyttöohje

HLT PILOTTITUTKIMUS -SOVELLUKSEN OTTAMINEN KÄYTTÖÖN

Tämän ohjeen tarkoituksena on kertoa kuinka otatte käyttöön HLT Pilottitutkimus-sovellus ja antaa opastusta toimimiseen yleisimmissä virhetilanteissa. Sovellus on Android-alustalla toimiva sovellus, joka kerää käyttäjän mobiililaitteesta liikkumistietoa ja lähettää sen eteenpäin Strafica Oy:n taustajärjestelmään analysoitavaksi.

Sovelluksen voi ladata ja asentaa seuraamalla alla olevia ohjeita osoitteessa <https://play.google.com/apps/testing/fi.strafica.lipaki.paimenhlt>

1. Asenna sovellus "BECOME A TESTER" -painikkeesta.
2. Klikkaa seuraavalta sivulta "Downlod the HLT Pilottitutkimus app on Google Play"
3. Klikkaa Asenna (tai install)
4. Avaa sovellus "Avaa" painikkeesta
5. Klikkaa kohdassa "Saako HLT Pilottitutkimus käyttää laitteen sijaintia" SALLI

Vastaa ensimmäisellä käynnistyskerralla sovelluksesta löytyvään taustatietokyselyyn klikkaamalla ylälaidassa olevaa "VASTAA"-painiketta. Tämän jälkeen sovellus on käyttövalmis eikä välttämättä tarvitse muita toimenpiteitä liikkumistiedon tallennuksen käynnistämisen lisäksi.

Sovellus lisää laitteen akun kulutusta tallentaessaan tietoa, joten tallennuksen voi keskeyttää yön ajaksi ja ollessasi pidemmän aikaa yhdessä paikassa. Pyri kuitenkin käynnistämään tallennus 5-10min ennen liikkeelle lähtöä.

Käyttöohjeita

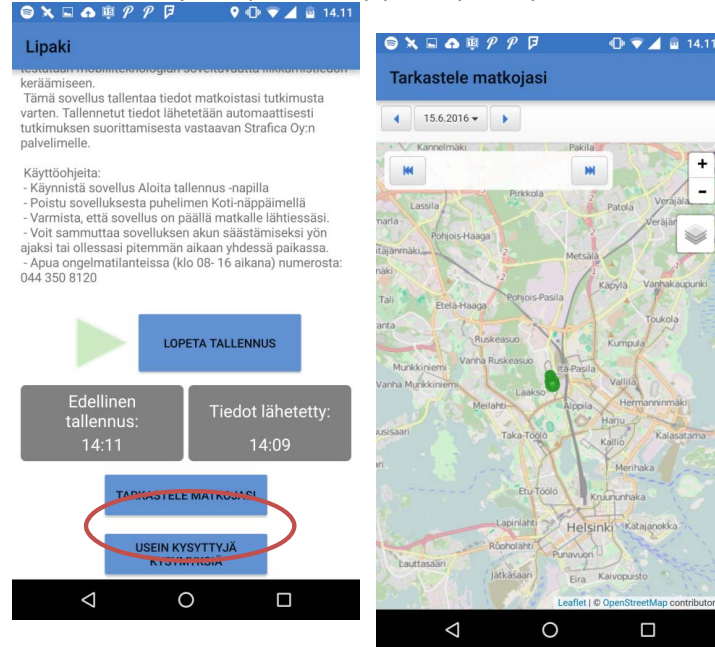
- Käynnistä sovellus *Aloita tallennus*-napilla.
- Poistu sovelluksesta puhelimen *Koti*-näppäimellä.
- Varmista, että sovellus on päällä matkalle lähtiessäsi.
- Voit sammuttaa sovelluksen akun säästämiseksi yön ajaksi tai ollessasi pidemmän aikaa yhdessä paikassa.
- Pyri käynnistämään sovellus 5-10 min ennen liikkeelle lähtöä.

Apua ongelmatilanteissa:

Mikäli asennukseen liittyy ongelmia voit ottaa yhteyttä (klo 08-16 aikana) numeroon 044 350 8120.

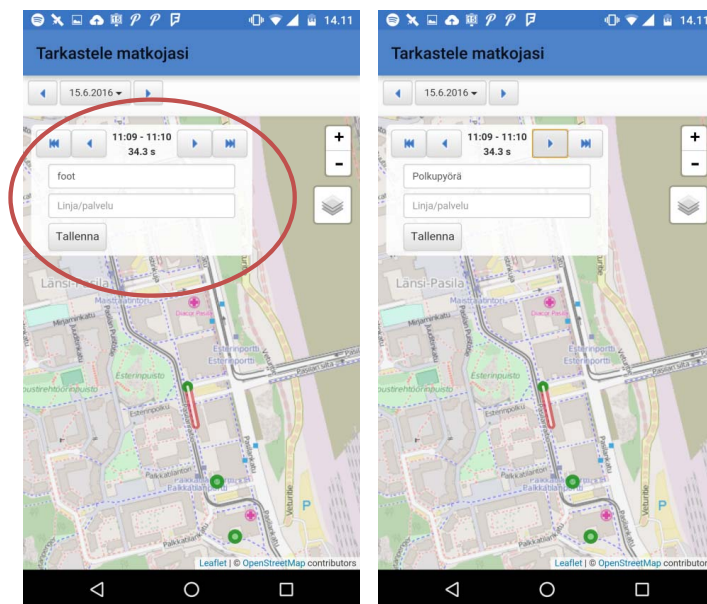
OHJE LIKKUMISMUODON KORJAUKSEEN HLT PILOTTITUTKIMUS-SOVELLUKSESSA

Sovellus pyrkii tunnistamaan kunkin matkan kulkumuodon automaattisesti puhelimen anturi- ja sijaintitietoon perustuen. Automaattinen kulkumuodon tunnistus ei kuitenkaan toimi virheettömästi, minkä takia käyttäjillä on mahdollisuus korjata sovelluksen ehdottama liikkumismuoto oikeaksi sovelluksessa *Tarkastele matkojasi*-napin takaa löytyvän käyttöliittymän kautta.



Kun kartalta on jokin osamatka valittuna, avautuu kartan vasempaan ylänurkkaan kaksi tekstiruutua, joista ylempi kertoo järjestelmän kyseiselle matkalle päättelemän kulkumuodon ja alempi mahdollisen tunnistetun joukkoliikennevuoron.

Käyttäjä voi kirjoittaa ylempään tekstiruutuun haluamansa kulkumuotoa kuvaavan tekstin ja painamalla *Tallenna*-nappia tieto tallennetaan taustajärjestelmään. Mikäli matkalle on tallennettu käyttäjän toimesta tarkennettu kulkumuoto, esitetään se ylempässä tekstilaatikossa riippumatta siitä mitä järjestelmä on päätellyt kyseisen matkan kulkumuodoksi.



Järjestelmään tallennetaan tieto sekä automaattisesti tunnistetusta kulkumuodosta että käyttäjän oikeaksi korjaamasta kulkumuodosta.

iOS sovelluksen käyttöohje

PAIMENHLT -SOVELLUKSEN OTTAMINEN KÄYTTÖÖN

Tämän ohjeen tarkoituksena on kertoa kuinka otatte käyttöön liikumistutkimuksessa tarvittavan PaimenHLT-sovelluksen ja antaa opastusta toimimiseen yleisimmissä virhetilanteissa. Sovellus on Apple iOS-alustalla toimiva sovellus, joka kerää käyttäjän mobiililaitteesta liikumistietoa ja lähettää sen eteenpäin Strafica Oy:n taustajärjestelmään analysoitavaksi.

Sovellus on testivaiheessa ja sitä varten tulee ladata Applen TestFlight puhelimeenne. Lataamista varten teille on lähetetty sähköpostia osoitteesta TestFlight <no_reply@email.apple.com>. Viestin otsikkona on

“TestFlight: Strafica Oy invited you to test PaimenHLT”

Aloita asennus viestissä olevasta “Start testing” painikkeesta.



Seuraa asennuksen aikaisia ohjeita ja asennuksen jälkeen käynnistä sovellus puhelimestasi PaimenHLT kuvakkeesta.

Vastaa ensimmäisellä käynnistyskerralla sovelluksesta löytyvään taustatietokyselyyn klikkaamalla ylälaidassa olevaa “VASTAA”-painiketta. Tämän jälkeen sovellus on käyttövalmis eikä välttämättä tarvitse muita toimenpiteitä liikumistiedon tallennuksen käynnistämisen lisäksi.

Sovellus lisää laitteen akun kulutusta tallentaessaan tietoa, joten tallennuksen voi keskeyttää yön ajaksi ja ollessasi pidemmän aikaa yhdessä paikassa. Pyri kuitenkin käynnistämään tallennus 5-10min ennen liikkeelle lähtöä.

Käyttöohjeita

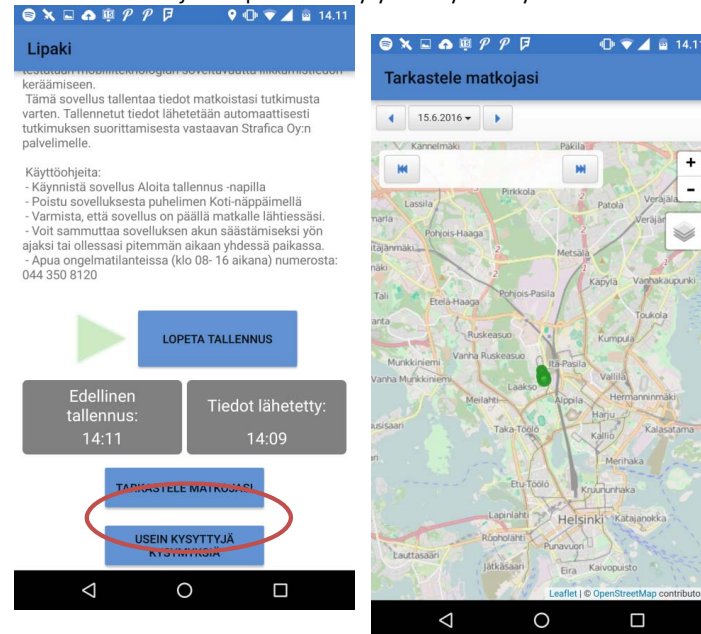
- Käynnistä sovellus *Aloita tallennus*-napilla.
- Poistu sovelluksesta puhelimen *Koti*-näppäimellä.
- Varmista, että sovellus on päällä matkalle lähtiessäsi.
- Voit sammuttaa sovelluksen akun säästämiseksi yön ajaksi tai ollessasi pidemmän aikaa yhdessä paikassa.
- Pyri käynnistämään sovellus 5-10 min ennen liikkeelle lähtöä.

Apu ongelmatilanteissa:

Mikäli asennukseen liittyy ongelmia voit ottaa yhteyttä (klo 08-16 aikana) numeroon 044 350 8120.

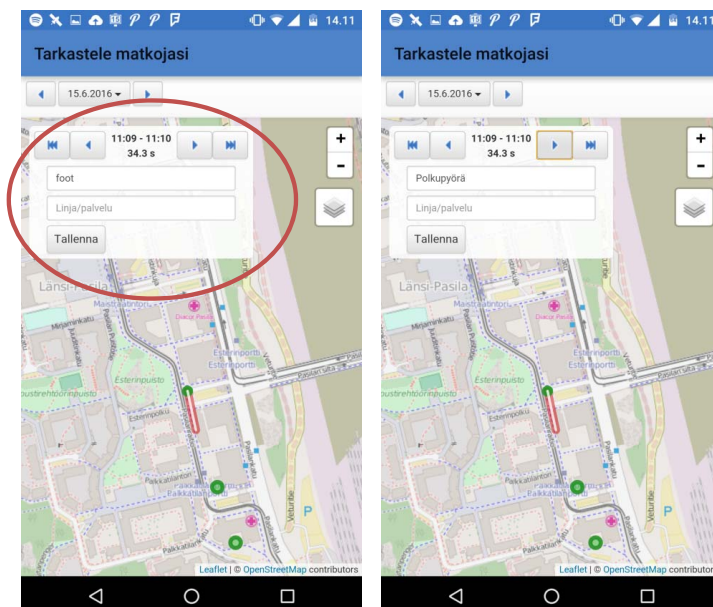
OHJE LIIKKUMISMUODON KORJAAKSEEN PAIMEN HLT-SOVELLUKSESSA

Sovellus pyrkii tunnistamaan kunkin matkan kulkumuodon automaattisesti puhelimen anturi- ja sijaintitietoon perustuen. Automaattinen kulkumuodon tunnistus ei kuitenkaan toimi virheettömästi, minkä takia käyttäjillä on mahdollisuus korjata sovelluksen ehdottama liikkumismuoto oikeaksi sovelluksessa *Tarkastele matkojasi*-napin takaa löytyvän käyttöliittymän kautta.



Kun kartalta on jokin osamatka valittuna, avautuu kartan vasempaan ylänurkkaan kaksi tekstiruutua, joista ylempi kertoo järjestelmän kyseiselle matkalle päättämään kulkumuodon ja alempi mahdollisen tunnistetun joukkoliikennevuoron.

Käyttäjä voi kirjoittaa ylempään tekstiruutuun haluamansa kulkumuotoa kuvaavan tekstin ja painamalla *Tallenna*-nappia tieto tallennetaan taustajärjestelmään. Mikäli matkalle on tallennettu käyttäjän toimesta tarkennettu kulkumuoto, esitetään se ylempässä tekstilaatikossa riippumatta siitä mitä järjestelmä on päätellyt kyseisen matkan kulkumuodoksi.



Järjestelmään tallennetaan tieto sekä automaattisesti tunnistetusta kulkumuodosta että käyttäjän oikeaksi korjaamasta kulkumuodosta.

GPS-tallentimien päälläoloajat

ID	laite päällä (tuntia)			arvio matkoja koskevan tiedonkeruun onnistumisesta tutkimuspäivänä	tallennin
	tutkimuspäivää edeltävänä päivänä ¹⁾	tutkimuspäivänä	tutkimuspäivän jälkeisenä päivänä ¹⁾		
836	11,3	23,8	2,5	matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
681		19,3	0,8	matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
359		17,0	5,8	matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
156		16,5	0,5	matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
374		15,5	10	matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
569	22,8	14,3		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
84		13,8		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
711		13,3		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
433		12,8		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
686		12,5		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
242		12,3		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
45		10,6		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
803		10,0	7,3	matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
210		10,0		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
727		9,8		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
361		9,0		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
471		9,0		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
805		9,0		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
346		8,5		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
362		7,8		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
795		7,3		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
183		7,2		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
123		5,9		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
530		5,8		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
291		5,8		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
791		5,8		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
238		5,7	0,3	matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
410		4,9		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
720		4,0		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
781		4,0	23,8	matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Thingsee
300		0,0		onnistunut, ilmoittanut, että ei matkoja	Thingsee
914		0,0		onnistunut, ilmoittanut, että ei matkoja	Thingsee
74		0,0		epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Thingsee
148		0,0		epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Thingsee
205		0,0		epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Thingsee
298		0,0		epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Thingsee
402		0,0		epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Thingsee
439		0,0		epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Thingsee
447		0,0		epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Thingsee
455		0,0		epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Thingsee
516		0,0		epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Thingsee
654		0,0		epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Thingsee
663		0,0		epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Thingsee
706		0,0		epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Thingsee
709		0,0		epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Thingsee
741		0,0		epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Thingsee
813		0,0		epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Thingsee
830		0,0		epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Thingsee
847		0,0		epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Thingsee
851		0,0		epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Thingsee
865		0,0		epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Thingsee
211		0,0		epäonnistunut, matka-aineistoa vain väärältä päivältä	Thingsee
261		0,0		epäonnistunut, matka-aineistoa vain väärältä päivältä	Thingsee
266		0,0		epäonnistunut, matka-aineistoa vain väärältä päivältä	Thingsee
337		0,0		epäonnistunut, matka-aineistoa vain väärältä päivältä	Thingsee
409		0,0	6,3	epäonnistunut, matka-aineistoa vain väärältä päivältä	Thingsee
485		0,0		epäonnistunut, matka-aineistoa vain väärältä päivältä	Thingsee
674		0,0		epäonnistunut, matka-aineistoa vain väärältä päivältä	Thingsee
755		0,0		epäonnistunut, matka-aineistoa vain väärältä päivältä	Thingsee
899		19		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	GPS Trip Recorder
302		15		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	GPS Trip Recorder
349		13		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	GPS Trip Recorder
887		12		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	GPS Trip Recorder
310		11		matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	GPS Trip Recorder

ID	laite päällä (tuntia)		arvio matkoja koskevan tiedonkeruun onnistumisesta tutkimuspäivänä	tallennin
	tutkimuspäivää edeltävänä päivänä*)	tutkimuspäivänä		
906		9	matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	GPS Trip Recorder
305		3	matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	GPS Trip Recorder
919		3	matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	GPS Trip Recorder
905		0	laite ei palautunut	GPS Trip Recorder

*) GPS-tallentimia pyydettiin pitämään päällä vain tutkimusvuorokautena. Osa vastaajista oli kuitenkin käyttänyt laitetta muuna päivänä.

Älypuhelinsovellusten päälläoloajat

ID	sovelluksen päälläoloaika tunteina			arvio matkoja koskevan tiedonkeruun onnistumisesta tutkimuspäivänä	sovellus
	tutkimus-päivää edeltävänä päivänä	tutkimus-päivänä	tutkimus-päivän jälkeisenä päivänä		
484	9,9	10,6	1,4	matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Android sovellus
483	3,7	8,6	1,2	matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Android sovellus
476	0,0	6,7	0,0	matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Android sovellus
180	3,0	4,0	0,0	matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Android sovellus
862	3,1	2,5	23,8	matkojen tallennus mahdollisesti onnistunut, ollut päällä yli 2h	Android sovellus
138	0,0	1,5	8,4	epävarma tulos, laite päällä alle 2h	Android sovellus
236	0,0	1,2	0,0	epävarma tulos, laite päällä alle 2h	Android sovellus
151	2,1	0,9	2,7	epävarma tulos, laite päällä alle 2h	Android sovellus
615	0,3	0,4	1,9	epävarma tulos, laite päällä alle 2h	Android sovellus
373	0,0	0,3	0,0	epävarma tulos, laite päällä alle 2h	Android sovellus
333	0,0	0,3	5,5	epävarma tulos, laite päällä alle 2h	Android sovellus
68	0,0	0,3	0,0	epävarma tulos, laite päällä alle 2h	Android sovellus
21	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
33	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
47	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
80	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
81	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
133	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
195	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
199	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
209	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
269	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
282	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
366	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
368	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
372	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
377	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
388	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
417	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
425	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
428	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
582	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
614	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
718	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
743	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
767	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
770	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
772	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
787	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
792	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
793	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
812	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
815	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
824	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
923	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
924	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
958	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
987	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
991	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
996	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	Android sovellus
78	2,5	0,0	2,3	epäonnistunut, matka-aineistoa vain väärältä päivältä	Android sovellus
525	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, matka-aineistoa vain väärältä päivältä	Android sovellus
39	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
51	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
66	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
69	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
118	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
128	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
139	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
157	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
161	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
184	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
192	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
216	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
251	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus

sovelluksen päällöoloaika tunteina					
ID	tutkimus-päivää edeltävänä päivänä	tutkimus-päivänä	tutkimus-päivän jälkeisenä päivänä	arvio matkoja koskevan tiedonkeruun onnistumisesta tutkimuspäivänä	sovellus
341	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
352	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
399	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
413	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
493	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
517	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
537	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
540	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
558	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
564	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS sovellus
598	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS mobiilisovellus
694	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS mobiilisovellus
703	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS mobiilisovellus
732	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS mobiilisovellus
740	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS mobiilisovellus
855	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS mobiilisovellus
891	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS mobiilisovellus
902	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS mobiilisovellus
928	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS mobiilisovellus
932	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS mobiilisovellus
954	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS mobiilisovellus
961	0,0	0,0	0,0	epäonnistunut, ei matka-aineistoa lainkaan	iOS mobiilisovellus

Matkojen, matkanosien ja kulkutapojen päättelyn tulokset aineistossa tutkimuspäivänä

ID	matka alkoi	mat- kan kesto (h:min)	matkan pituus (km)	keski- nopeus (km/h)	osamatko- jen määrä	ilmoitettu tai pää- telty kulkumuoto	sovellus/ laite
138	10:19	0:26	12,4	28,3	2	jalankulku	Android sovellus
138	10:46	0:00	0,0	2,0	2	joukkoliikenne	Android sovellus
138	19:14	1:03	14,2	13,3	3	auto	Android sovellus
151	19:42	0:33	3,4	6,0	9	auto	Android sovellus
180	14:05	0:20	22,5	67,4	4	auto	Android sovellus
180	15:30	0:21	5,4	14,7	4	auto	Android sovellus
180	16:02	0:23	2,1	5,4	1	jalankulku	Android sovellus
236	9:07	0:31	36,8	69,2	3	auto	Android sovellus
373	23:09	0:11	0,8	4,3	1	jalankulku	Android sovellus
476	10:23	0:03	7,0	122,2	1	jalankulku	Android sovellus
476	16:53	0:12	7,6	36,4	2	auto	Android sovellus
483	6:27	0:12	3,5	16,6	2	auto	Android sovellus
483	6:56	0:08	3,3	22,8	2	auto	Android sovellus
483	17:37	0:31	1,8	3,3	5	jalankulku	Android sovellus
484	8:25	0:32	10,3	19,2	3	polkupyörä	Android sovellus
484	16:34	1:41	21,2	12,5	25	polkupyörä	Android sovellus
615	18:18	0:08	0,4	2,7	1	jalankulku	Android sovellus
615	18:28	0:12	0,8	3,7	1	jalankulku	Android sovellus
45	11:44	1:20	18,8	14,0	7	polkupyörä	Thingsee
45	14:07	0:44	12,7	17,1	1	jalankulku	Thingsee
45	15:37	0:21	4,3	11,9	2	polkupyörä	Thingsee
45	17:56	0:50	22,3	26,5	1	jalankulku	Thingsee
45	19:03	1:06	23,0	20,6	1	jalankulku	Thingsee
84	7:11	0:41	8,6	12,4	5	auto	Thingsee
84	16:14	0:31	7,0	13,2	2	polkupyörä	Thingsee
84	17:30	0:04	1,9	27,6	1	jalankulku	Thingsee
84	20:14	0:22	7,6	20,7	4	auto	Thingsee
156	8:21	0:30	29,3	58,6	1	jalankulku	Thingsee
156	9:50	2:14	6,0	2,7	2	jalankulku	Thingsee
156	13:28	0:45	22,6	29,9	3	auto	Thingsee
156	14:44	0:10	5,9	32,3	1	jalankulku	Thingsee
156	15:16	2:12	94,2	42,6	7	auto	Thingsee
156	17:46	0:37	2,3	3,7	1	jalankulku	Thingsee
156	21:09	0:04	0,3	4,3	1	jalankulku	Thingsee
156	23:48	0:14	0,6	2,4	1	jalankulku	Thingsee
183	12:40	0:31	7,9	15,1	1	jalankulku	Thingsee
183	13:40	0:30	7,5	14,7	1	jalankulku	Thingsee
210	7:09	0:49	40,3	49,3	2	jalankulku	Thingsee
210	15:30	0:35	39,0	65,4	1	jalankulku	Thingsee
210	17:47	0:50	3,4	4,1	1	jalankulku	Thingsee
238	17:34	0:01	0,4	25,8	1	jalankulku	Thingsee
242	12:16	1:33	17,5	11,3	5	auto	Thingsee
242	15:36	0:33	1,5	2,6	1	jalankulku	Thingsee
361	7:16	0:01	0,4	18,0	1	jalankulku	Thingsee
361	11:19	0:13	1,3	5,4	1	jalankulku	Thingsee
361	15:32	0:30	8,5	17,0	1	jalankulku	Thingsee
361	16:26	0:30	4,3	8,4	1	jalankulku	Thingsee
362	16:12	0:44	30,8	41,4	1	jalankulku	Thingsee
362	22:06	0:47	31,1	39,4	1	jalankulku	Thingsee
374	15:00	0:21	6,7	18,8	1	jalankulku	Thingsee
410	8:12	1:02	34,5	33,1	2	auto	Thingsee
410	16:43	1:25	34,6	24,4	2	jalankulku	Thingsee
433	9:40	0:15	2,7	10,6	1	jalankulku	Thingsee
433	12:46	0:09	3,0	18,5	1	jalankulku	Thingsee
433	13:12	0:13	9,3	40,3	1	jalankulku	Thingsee
433	14:41	0:24	9,3	22,9	1	jalankulku	Thingsee
433	15:24	0:26	2,6	6,1	1	jalankulku	Thingsee
433	16:12	0:13	2,5	11,0	1	jalankulku	Thingsee
471	9:59	0:33	32,8	59,2	2	auto	Thingsee
471	11:57	0:15	4,8	19,0	8	auto	Thingsee
471	12:46	0:31	28,6	54,0	1	jalankulku	Thingsee
471	13:33	0:03	1,4	23,1	3	jalankulku	Thingsee

Liite 5 / 2 (2)

ID	matka alkoi	matkan kesto (h:min)	matkan pituus (km)	keski-nopeus (km/h)	osamatkojen määrä	ilmoitettu tai päätetty kulkumuoto	sovellus/ laite
471	14:18	0:17	4,7	15,9	1	jalankulku	Thingsee
471	16:51	0:31	26,7	51,0	1	jalankulku	Thingsee
530	16:28	0:01	0,1	4,4	1	jalankulku	Thingsee
530	16:52	0:12	0,7	3,1	1	jalankulku	Thingsee
530	19:31	0:20	7,6	22,5	1	jalankulku	Thingsee
530	21:30	0:22	8,9	23,9	1	jalankulku	Thingsee
569	11:25	0:41	8,7	12,6	4	auto	Thingsee
569	14:07	0:14	1,1	4,6	1	jalankulku	Thingsee
727	9:15	0:07	4,7	39,1	1	jalankulku	Thingsee
727	10:24	0:14	6,3	25,8	3	auto	Thingsee
727	11:58	0:04	0,4	5,8	1	jalankulku	Thingsee
727	12:30	0:07	0,5	4,4	1	jalankulku	Thingsee
727	15:23	1:30	8,4	5,6	5	auto	Thingsee
727	18:15	0:43	7,2	9,8	5	auto	Thingsee
791	10:55	0:09	0,5	3,3	1	jalankulku	Thingsee
795	14:42	0:26	14,4	32,5	1	jalankulku	Thingsee
795	18:57	0:33	13,8	24,9	4	jalankulku	Thingsee
803	15:26	0:54	36,4	39,8	1	jalankulku	Thingsee
803	18:00	0:20	17,1	49,7	1	jalankulku	Thingsee
803	19:24	0:24	17,3	43,1	1	jalankulku	Thingsee
803	20:27	0:39	4,2	6,4	1	jalankulku	Thingsee
805	12:19	0:19	7,8	23,8	4	auto	Thingsee
805	14:58	0:21	5,5	15,5	3	polkupyörä	Thingsee
805	15:38	0:09	2,1	13,3	3	polkupyörä	Thingsee

ISSN-L 1798-6656
ISSN 1798-6664
ISBN 978-952-317-381-1
www.liikennevirasto.fi

Liik
enne
vira
sto

